



A MOL RT. SZÉNHIIDROGÉN-KUTATÁSI TEVÉKENYSÉGE AZ EZREDFORDULÓN

Szilágyi Imre – Kutatási Igazgató (1999-2004), MOL Rt.

A szakmai közvélemény előtt közismert tény, hogy a Kárpát-medence a világ egyik legjobban megkutatott, úgynevezett "érett" szénhidrogén régiói közé tartozik. Több, mint tíz év óta szinte közhelyszerűen emlegetjük, hogy a régió legnagyobb mezőit már felfedeztük, sőt azok termelésének vége is belátható időn belülre került. Magyarország területének szénhidrogén kutatásra érdemesnek látszó részét többször is feltérképeztük, a kutatófúrások egységnyi területre vetített száma világviszonylatban is jelentősnek tekinthető. Mindezek ellenére azt kell látnunk, hogy a koncessziós kutatást lehetővé tevő Bányatörvény hatályba lépésének éve, 1993 óta a hazai kutatási területek nagysága megduplázódott, az ezredfordulón meghaladta az ország területének a felét (1. ábra). A Magyarországon operáló cégek hozzávetőlegesen 500 millió dollárt investáltak kutatásba bő 10 év alatt, ami azt jelzi, hogy a gazdaságosan kitermelhető készleteket rejtő csapdák megtalálása még ma sem tartható reménytelennek. Eredmények is születtek, az új előfordulások környéki települések – Törökkopány, Tóalmás, Nagykáta, Hosszúpályi, Borota, Örményes – nevét a felfedezések kapcsán nemcsak a szűkebb szakmai érdeklődők jegyezhetik meg, hanem a médián keresztül szélesebb körben is ismertekké váltak.

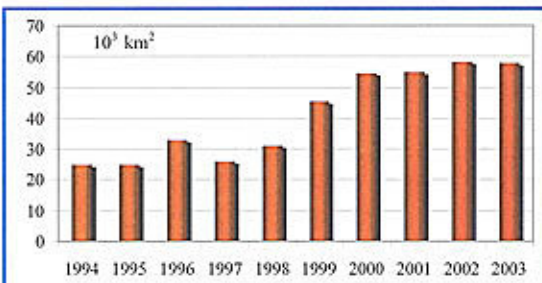
A MOL Rt. a magyarországi szénhidrogén kutatási "piac" legjelentősebb résztvevője. Igaz ez a befektetések nagyságrendjére, a birtokolt területek kiterjedésére és az eredményekre egyaránt. A MOL évente 9-11 milliárd forint körüli összeget költ a hazai CH-kutatásra (2. ábra), a je-

lenleg a társaság által operált terület meghaladja a 33 ezer km²-t (3. ábra). A kutatási eredményként számba vehető bizonyított készletek pedig az 1999 és 2003 közötti időszakban elérték a 10 millió tonna egyenértéket.

ÜZLETI KÖRNYEZET, KIHÍVÁSOK

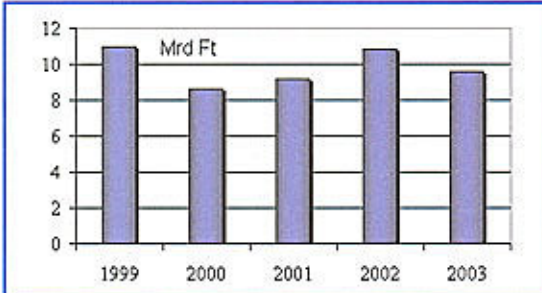
A MOL Csoport Közép-Európa egyik vezető integrált olajvállalata. Portfóliójának jellemzője, hogy sokkal nagyobb mennyiségű feldolgozott terméket tud piacán értékesíteni, mint amennyi alapanyagot a feldolgozáshoz saját jogon a felszín alól ki tud termelni. Különböző elemzések azt mutatják, hogy a tisztán upstream (azaz kizárólag CH-kutatással és termelés-

sel foglalkozó) vagy a tisztán downstream (finomítással és kereskedelemmel foglalkozó) tőzsdére bevezetett vállalatok jobban ki vannak téve a külső körülmények (pl. az olajár) változásainak, mint az ún. integrált csoportok. A kitettség annál kisebb, minél nagyobb az integrált ság foka. A kutatás új, az adott és folyamatosan változó feltételrendszer mellett gazdaságosan kitermelhető készlettel rendelkező mezők felfedezése révén tudja az integráltságot javítani. A kutatásnak – mint minden üzletnek – van vetélytársa is, hiszen megkutatott, ki-fejlesztésre váró, vagy már termelés alatt álló mezők a piacon megvásárolhatók. Ma a verseny mindenütt az értéktér-terésről szól. A nagyobb ér-



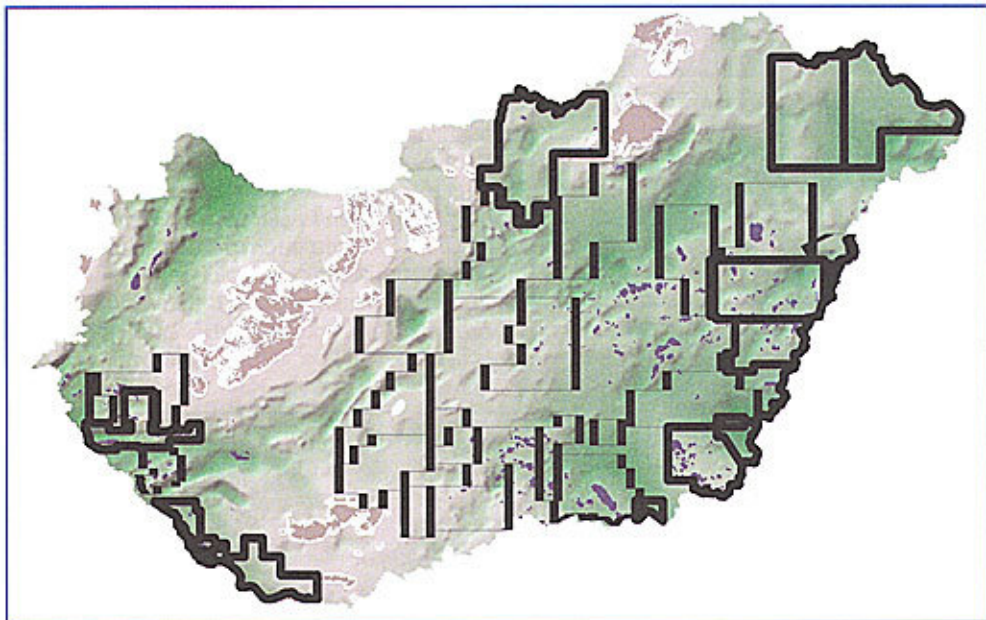
1. ábra

Magyarország szénhidrogén kutatási területének változása, 1994-2003



2. ábra

A MOL hazai kutatási ráfordításai, 1999-2003



3. ábra

A MOL Rt. hazai kutatási blokkjai, 2003

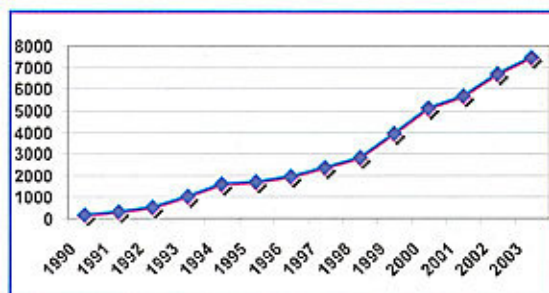
téket teremtő üzletek és vállalkozások fennmaradnak, a gyengébbek eltűnnek, vagy felvásárolják őket. Az integrált olajvállalatokon belül a CH-kutatás akkor életképes, ha a mindenkor gazdasági feltételrendszer mellett nagyobb értéket – jövőbeni pénzáramot (cash-flow-t) – tud teremteni, mint "házi versenytársa", a készlet-akvizíció. Ehhez alapvetően két dolog kell: a CH-kutatás természetes (geológiai) kockázatát hosszabb időtávon elosztva kezelni tudó portfólió és a növekedésre valamint az értéknövelésre garanciát nyújtó szakmai tudás, technológiai háttér és menedzsment képességek összessége.

A MOL magyarországi és nemzetközi tevékenységében az üzleti környezet kihívásainak fenti vonatkozásában különbség nincsen. Jelentős eltérések mutatkoznak viszont a jogi, a piaci és az infrastrukturális környezetekben, valamint végül, de semmiképp sem utolsósorban a kutatott területek ásványvagyon-potenciálját illetően. A magyar bányatörvény a bányavállalkozók által "bevállalt" munkaprogramok teljesítésének számonkérésében liberálisabb, mint a világ többi olajipari régiójában alkalmazott koncessziós törvények. Ez a tény Magyarországon stabilabb területfoglalási hátteret jelent, mint külföldön, ami kiérleltebb szénhidrogén-földtani modellek felépítését, ebből következően általánosságban alacsonyabb kockázattal járó kutatási programok megvalósíthatóságát teszi lehetővé. További – és tulajdonképpen a jogi környezet különbözőségéből adódó – lényeges különbség, hogy míg Magyarországon a területfoglalási helyzet egyfelől stabilizálódott (azaz a "versenytársak" már hosszú ideje ugyanazokat a területeket birtokolják), másfelől igazi partnerségek nem alakultak ki, addig a nagyvilágban az operátorok területek leadásában és felvételében megmutatkozó mobilitá-

sa sokkal nagyobb, a területekért folyó verseny, ezzel együtt a költség és kockázatmegosztáson alapuló együttműködések sokkal intenzívebbek. Nagy különbségek vannak a kutatás, mint az élő környezettel és a társadalommal természetes konfliktusba keveredő tevékenység öko-szociális környezeteiben is. Külföldön a szeizmikus mérések és a fúrások általában lakott területektől távol, természet-, és környezetvédelmi szempontból érdektelennek tekinthető területeken zajlanak, míg itthon nehéz olyan kutatási helyszínt találni, ahol a lakosság tulajdonosi mivolta és környezetvédelmi érdekei ne lennének tetten érhetők. A nagy területeket – a Natura 2000 szabályozás bevezetése óta az ország több, mint 20%-át – védő nemzeti parkok az ugyancsak nagy területeket igénylő felszíni geofizikai mérések esetében komoly korlátozó tényezőként hatnak.

LEHETŐSÉGEK

Magyarországon a területfoglalási helyzet stabilizálódásának következtében a birtokolt területek szénhidrogén földtani modelljének folyamatos fejlesztésével, a rendelkezésre álló adathalmaz bővítése és innovatív újraértelmezése révén lehet újabb kutatási koncepciókat kidolgozni. Nagy jelentősége van a korábban már azonosított play-ek időről időre történő újbóli vizsgálatának is. A kutatás sajátossága, hogy egy-egy kudarcba fulladt akció tanulságainak elemzésével, a kudarc okainak feltárásával juthatunk olyan következtetésekre, amelyekből újabb, a siker reményével kecsegtető ötletek születhetnek. A mai magyarországi szénhidrogén kutatás a több mint 5000

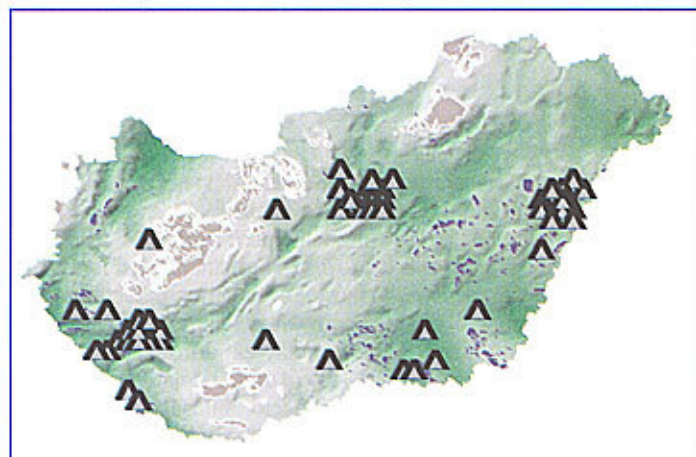


4. ábra

A MOL által végzett 3D szeizmikus mérések területeinek növekedése, 1990-2003

korábbi kutatófúrásból, az elvégzett rétegvizsgálatokból, a mezők hosszú termelési múltjából származó információkra, valamint a 90-es években elindult korszerű 3D szeizmikus mérések adatainak komplex értelmezésére alapozódik. A közelmúltban a MOL a hagyományosnak tekinthető CH-felhalmozódási övezetekben nagy területeket lefedő 3D méréseket hajtott végre (4., 5. ábrák). A nagyfelbontású szeizmikus adattömbök korábban nem azonosítható csapdák felismerését és a kutatás természetes kockázatainak részletes elemzését teszi lehetővé. A 3D mérések révén nyílik lehetőség egyrészt a pretercier medencealjzat belső szerkezetének tanulmányozására, másrészt a pannon delta-rendszerek szekvencia-sztratigráfiai alapú vizsgálatára. Mindkét play-típus esetében új szénhidrogén képződési és felhalmozódási övezetek azonosítására nyílik alkalom.

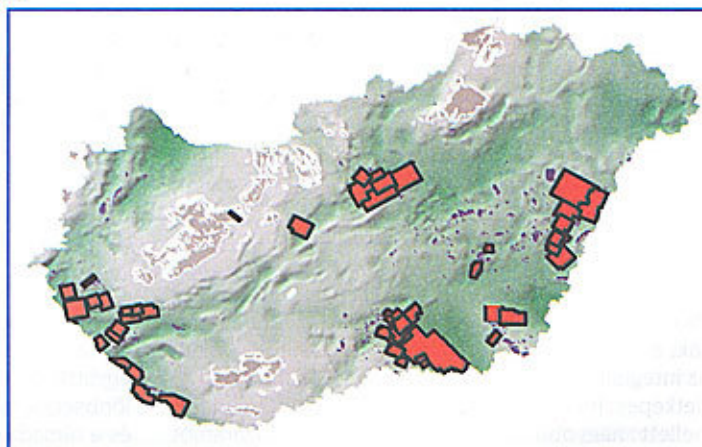
Külföldön a MOL Rt. kutatási lehetőségeinek a vállalat kockázatviselési képessége és hajlandósága szab határt. Az újabb kori stratégiák a jelentősebb kockázattal jellemezhető kutatás helyett inkább a



6. ábra

A MOL Rt. kutatófúrásai Magyarországon, 1990-2003

készletvisszaforgatásra, a megszerzett termelői mezők intenzifikálására fókuszálnak. A kilencvenes években felépített kutatási elemekből álló nemzetközi portfóliót diversztifikáció révén jelentősen szűkítettük, a két leginkább perspektivikusnak tartott terület (Pakisztán Tal blokk, Jemen 48., 49. blokkok) megtartása mellett. Lehetőségeink ezen blokkok területén a koncessziós szerződésekben foglalt munkaprogramok végrehajtásával megszerzett információk maximális felhasználására szorítkoznak. Külföldi kutatási lehetőségeink 2004-ben a kazahsztáni Federovszkoj blokkban szerzett részesedés révén bővültek.



5. ábra

A MOL Rt. 3D szeizmikus mérései Magyarországon, 1990-2003

EREDMÉNYEK

Magyarországi kutatási területeinken az 1999 és 2003 közötti időszakban 53 kutatófúrást mélyítettünk (6. ábra). A fúrások zöme a hagyományosnak tekinthető szénhidrogén kutatási területekre (Zala-mé-

dence, Tiszántúl, Dél-Alföld) esik. Ezek mellett – a korábbi szeizmikus mérések eredményeire alapozott új szemléletű geológiai modellfejlesztések következtében – erre a periódusra esik a Paleogén-medence Közép-Magyarországi-vonal és Balaton-vonal közé eső zónájának intenzív fúrásos kutatása is. Az időszakban befejezett fúrások közül 17 bizonyult produktívnak, azaz olyanoknak, amely gazdaságosan kitermelhető bizonyított szénhidrogén készleteket rejtő telepeket harántolt (7. ábra). A fúrások produktivitási aránya az időszakban 32% volt.

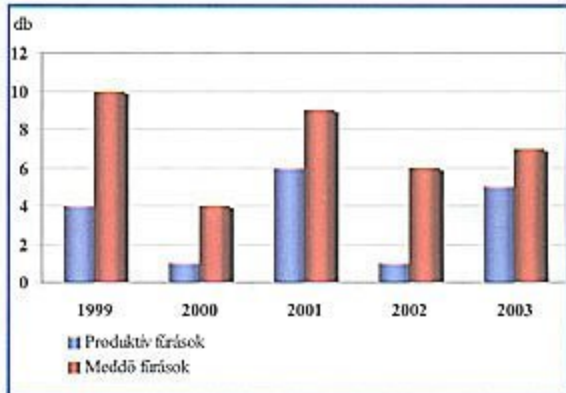
1999 és 2003 között 8 szénhidrogén mező illetve telep esetében került sor készletminősítésre (8. ábra). A tárgyi időszakban felfedezett szénhidrogén-vagyon technikailag és gazdaságosan kitermelhe-

tő hányada, a bizonyított készlet meghaladja a 10 millió tonna egyenértéket.

Az elmúlt 5 év legjelentősebb hazai felfedezéseiként az észak-bihari térségben található Hosszúpályi-D földgázmezőt tarthatjuk számon (9. ábra). A mező összesen 15, pannon korú homokkőtestben létrejött telepből áll. A háromdimenziós szeizmikus mérések értelmezésével kitűzött 3 kutatófúrás révén feltárt mező földtani vagyona meghaladja az 5 milliárd m³-t, melyből jelenlegi ismereteink szerint 4 milliárd m³ gazdaságosan kitermelhetőnek tekinthető. A felfedezés az évekkel ezelőtt a térségben megkezdett nagy részletességű szeizmikus szekvencia- sztratigráfiai alapú szénhidrogén földtani modellépítésnek köszönhető.

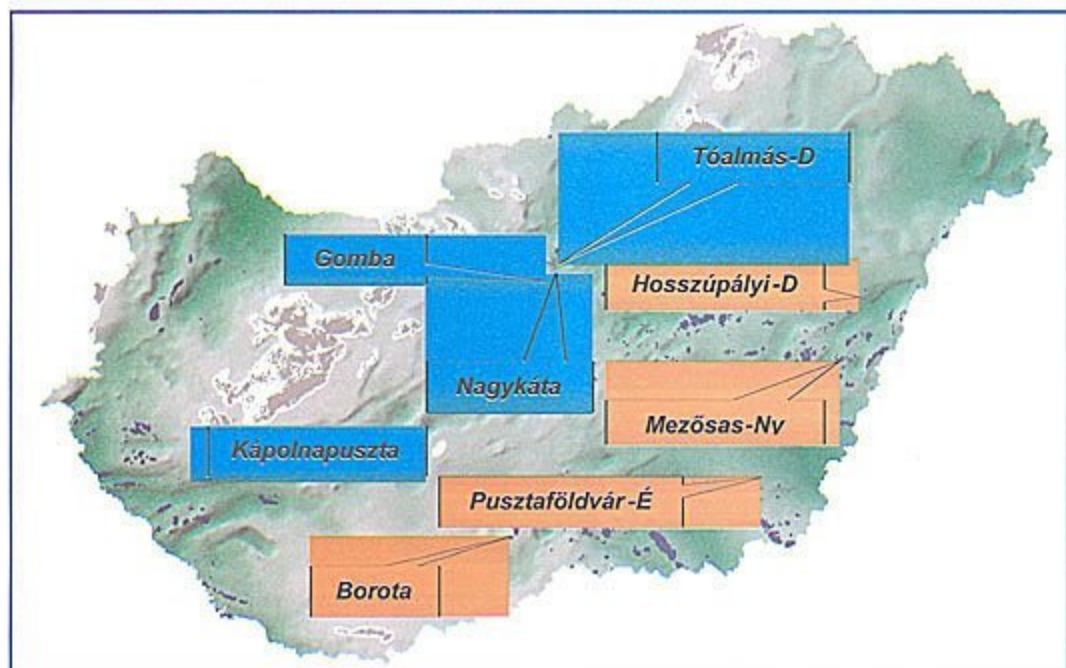
Az elmúlt időszak másik hazai kutatási sikertörténete az észak-magyarországi Paleogén-medence centrális részéhez, Tóalmás-Nagykátá-Gomba térségéhez kötődik, ahol 4 kőolaj- és 2 gázcsapadék-telepet fedeztünk fel. A produktívnak bizonyult kutak mezozoos időszi karbonátos kifejlődésű, valamint eocén durvatörmelékcs tárolókból termelnek. A megismert előfordulások közül a Tóalmás-D szerkezet jura korú tárolóban lévő kőolajtelepe a legjelentősebb (10. ábra).

Külföldi kutatási projektjeink közül – egy nemzetközi konzorcium operátoraként – az ÉNy-Pakisztánban található Tal blokkban értünk el világviszonylatban is jelentős sikert. A regionális geológiai-geofizikai infor-



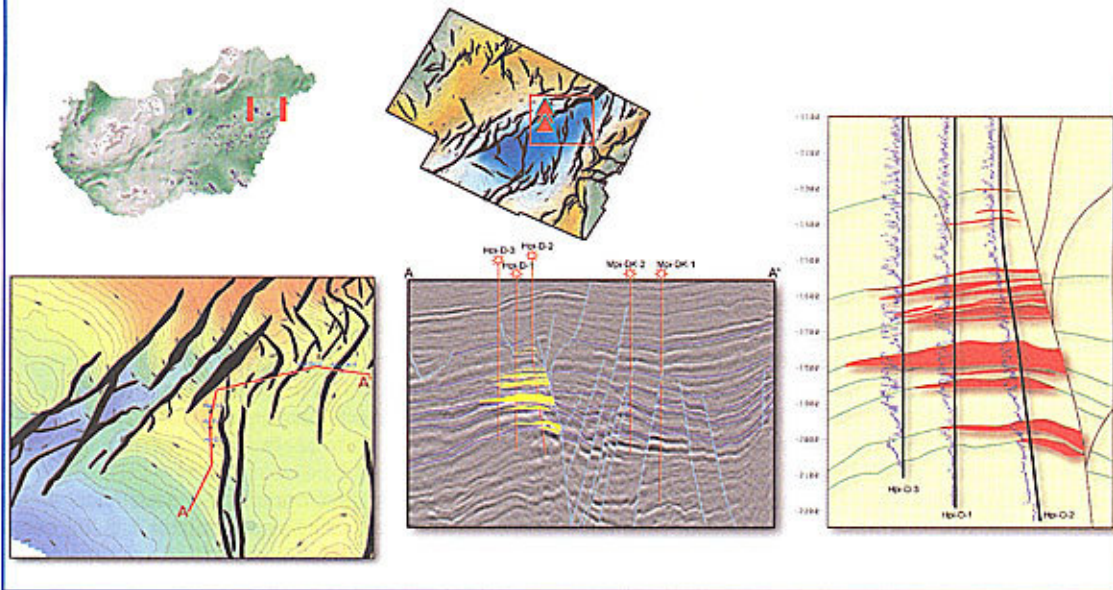
7. ábra
Kutatófúrások produktivitása

mációk, valamint az újonnan mért szeizmikus mérések adatainak szintézise alapján tűztük ki 2002-ben a Manzalai-1 kutatófúrást, mellyel felső-kréta-paleocén korú törmelékcs és karbonátos tárolókban a térség valószínűsíthetően legnagyobb földgáz-előfordulását fedeztük fel. A napjainkban is zajló kutatási program – mely a már megismert szerkezet lehatárolására, valamint újabb perspektivikus szerkezetek feltárására irányul – mellett a próbatermeltetéshez szükséges felszíni infrastruktúra kiépítése is folyamatban van.

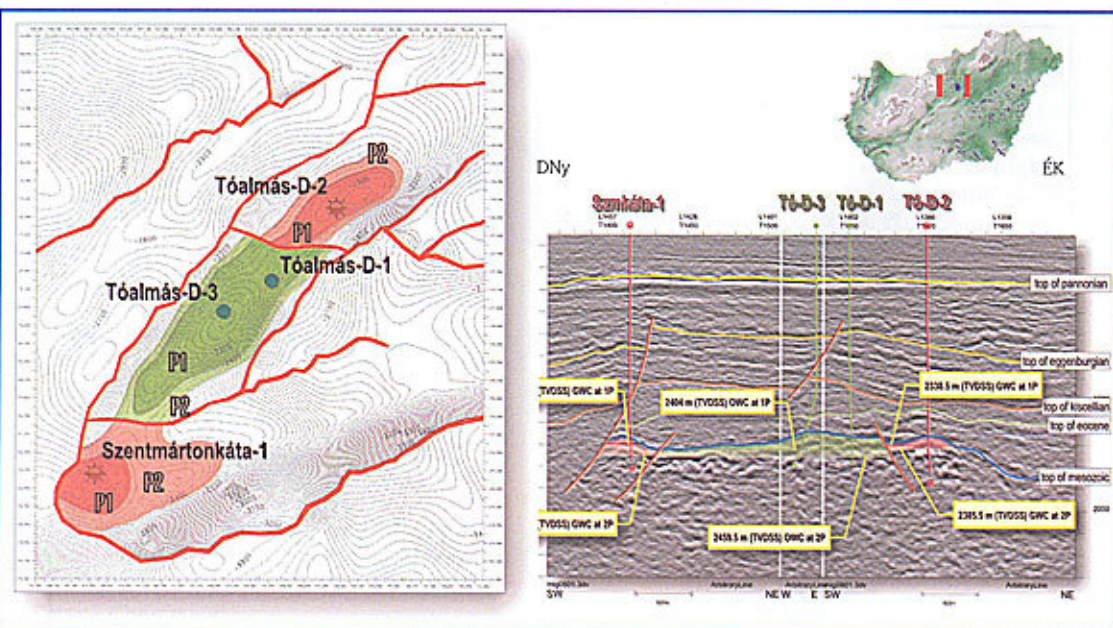


8. ábra

A MOL Rt. felfedezéseinek eredményeképp minősített mezők és telepek Magyarországon, 1999-2003



9. ábra
A Hosszúpályi-D földgázmező



10. ábra
A Tóalmás-D kőolaj-gázcsapadék mező

A ZALA-MEDENCE SZÉNHIIDRÓGÉN KUTATÁSÁNAK FÖLDTANI EREDMÉNYEI

Jósvai József, Németh András, Kovácsvölgyi Sándor, Czeller István,
Szurominé Dr. Korecz Andrea – MOL Rt.

BEVEZETÉS

A Balaton-vonal a Periadriai-lineamens keleti folytatása, együttesen az Alp-kárpáti orogén rendszer legjelentősebb oldalelmozdulási zónáját alkotják. Részletesen tanulmányoztuk a vonalrendszer mintegy 80 km hosszúságú, a magyar-szlovén határtól Buzsák térségéig terjedő szakaszát. Célunk volt, hogy az oldalelmozdulási zóna Zala-somogyi szegmensével kapcsolatos földtani adatokat és fejlődéstörténeti elképzeléseket egységes, a gyakorlati szénhidrogén-kutatást segítő, megalapozó modellbe illesszük. Az elmúlt két évtizedben kialakított nagyszerkezeti modellből kiindulva, új közettani és őslénytani vizsgálatok elvégzésével, valamint az utóbbi években mért 3D szeizmikus mérések értelmezésével lehetőség nyílt a geológiai modell reambulációjára, egységesítésére.

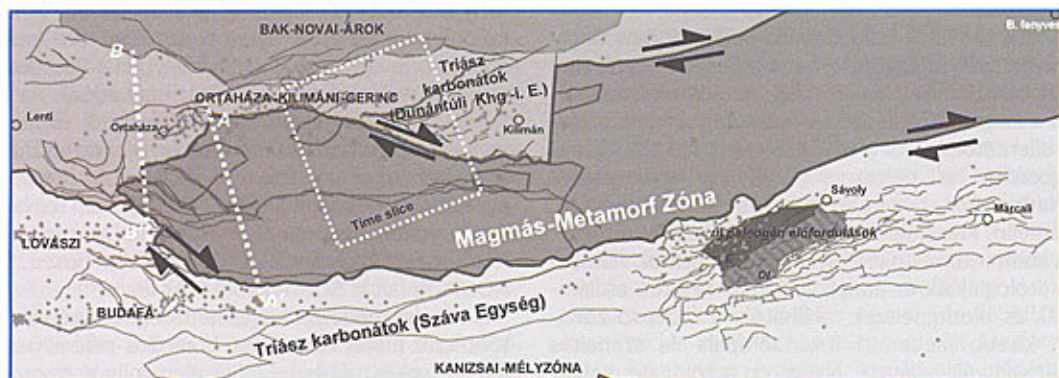
FÖLDTANI FELÉPÍTÉS

A területen a preneogén aljzat három fő egységre tagolódik (1. ábra). Északon a miocén fekvő Dunántúli-Középhegységi Egység triász karbonátjai találhatók, melyeket csak a legészakibb területén, a Bak-Novai árokban borít felső-kréta és eocén üledéksor. A Balaton-vonal szűkebb sávját a Magmás-Metamorf Zóna jelöli ki, mely kb. 6-12 km szélességben, K-Ny-i csapásban húzódik végig a területen, egyedül annak legnyugatabbi részén hiányzik.

A számos közettípusból felépülő komplexum petrográfiai feldolgozása és tagolása munkánk egyik lényeges részét képezte. A zónától délre a Száva Egység triász karbonátjai, illetve egyes helyeken (U-1) új paleozóos kőzetei alkotják a preneogén aljzatot.

Az aljzati képződmények mélysége, és a rájuk települő miocén üledéksor vastagsága változatos. Kiemelt területek a Magmás-Metamorf Zónát északról határoló, triász karbonátokból felépülő Orthaháza-Kilimáni-gerinc, keleten a Száva egységi, ugyancsak triász kőzetekből álló Sávolyi-gerinc, valamint a Magmás-Metamorf Zóna keleti és északi részei. Ezen a helyeken az aljzat 1500-2000 m felszín alatti mélységben húzódik, Kilimánon azonban már 500 m-rel a felszín alatt triász időszaki képződményeket ütött meg a fúró. A terület déli és nyugati részén ugyanakkor igen mély medencék (Kanizsai-mélyzóna, Budafa, Lovászi) találhatók, melyeket több ezer méter vastagságú törmeléken központi-miocén üledéksor tölt ki, kelet felé egyre nagyobb részarányú közbetelepült badeni vulkanitokkal (Csákány, Somogy-sámsón). Szarmata rétegek a medencében száz-kétszáz, a kiemelt hátakon néhány tíz méteres vastagságban fordulnak elő. A terciér üledékképződést az északról dél felé progradáló pannon deltarendszer változó vastagságú (400-2000 m) üledékei zárják.

A kvarter képződményeket dombvidéki kifejlődési típus képviseli. Agag, eolikus homokrétegek, foltokban lösz és alluviális rétegek ismertek, maximálisan 50-100 m vastagságban. A felszínt É-D-i lefutású domborok és völgyek tagolják.



1. ábra

A terület földtani egységei és tektonikai elemei

A Magmás-Metamorf Zóna tagolása

A térségben végighúzódnó Magmás-Metamorf Zónát számos szénhidrogén kutató fúrás tárta fel. Jelen munka keretében, az ELTE Közéttan-Geokémiai Tan-székekkel (Dr. Szabó Csaba) együttműködve, a magfú-rások kőzetanyagán átfogó petrográfiai vizsgálatokat végeztünk, melyeket mikroszkopos és geokémiai elemzések egészítettek ki. Az ATOMKI laboratóriumában K/Ar radioaktív kormeghatározásokra került sor, melyek alapján főként biotit, földpát és klorit szeparátum, néhány esetben teljes kőzet és nehéz frakció szolgált.

A zóna magmás kőzete ásványos összetétele alapján tonalit. Szöveve poikilitos jellegű hipidomorf szemcsés, illetve ekvigranuláris szemcsés. Uralkodó elegyrésze a sajátalakú, zónás és ikerlemezes kristá-lyok formájában megjelenő plagioklász (a vizsgált minták modális összetételében 50-60%). Gyakoriak a sajátalakú, nagy méretű biotit és hornblende kristá-lyok, melyek sokszor kis plagioklász zárványokat tar-talmaznak. Kvarc két szemcsetartományban fordul elő: a nagy méretű változat poikilitesen tartalmaz zónás plagioklászt, míg a finomszemcsés változat a pla-gioklász, biotit és hornblende közötti teret tölti ki. Egyes mintákban káliföld-pát is előfordul szabálytalan alakú, táblás kristá-lyokként. Ilmenit kis mennyiségben, biotit és hornblende társágában ta-lálható, egy része e lénye-ges elegyrészek lebontó-dásának terméke. Apatit, cirkon és rutil akcesszóriá-ként fordul elő.

Két tonalit mintán (Nab-ÉNy-1, Pu-3 fúrások) a ka-nadai XRAL Laboratórium-ban (Don Mills, Ontario) teljeskörű elemzést végez-tettünk. A minták fő- és nyomelem összetételük alap-ján összefüggésbe hozhatók a Periadriai-vonal menti tonalitokkal.

A zalai tonalitok kora általában a 30-37 Mév tarto-mányba esik. Ez egyezést mutat a Benedek et al. által 2004-ben publikált mérésekkel. Az adatok ismeretében a magmatitok képződését a korábbi feltételezéssel ellentétben nem a késő-eocénbe, hanem a kor-oligocénbe kell helyezni, mely így egybe esik a Periadriai-vonal menti magmás testek (Bergell, Adamello, Riesenferner, Karavankák) keletkezésével.

A komplexumban előforduló metamorfotok változa-tos litológiájúak és átalakultságúak. Keleten csillám-palák és biotitgneiszek találhatók, a középső zóná-ban kisebb metamorf fokú zöldpala és szericites kloritpala vált ismertté. Nyugaton a zöldpala mellett filliteket, kovás szericitpalát, metahomokkővet és metaaleurolitot tártak fel a fúrások. A metamorfotok

K/Ar kora a számos mérése ellenére nem egyértelmű. Az adatok többsége a 31-40 Mév közötti sávba esik (kiemelkedési kor?), tehát a tonalitokéval megegyező, illetve annál valamelyest nagyobb érték. Ugyanakkor a Ki-17 fúrás zöldpala teljes kőzet mintáján 95 ± 21 Mév körüli értékeket mértek, míg a Gar-I csillámpalá-jában a földpát kristályok $300,9 \pm 1,5$ Mév korúnak mutatkoztak. A metamorfotok korának tisztázása és Alpok-beli kapcsolatainak vizsgálata további kutató-sokat igényel.

Új paleogén előfordulások

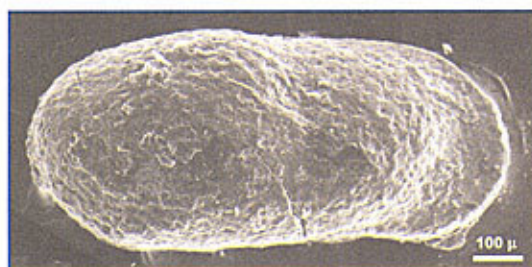
Sávoly környékének több fázisú fúrásos kutatása során egyre erősödött az a feltételezés, hogy a terü-leten paleogén kőzettestek is fellelhetők. Ennek igaz-olására mikropaleontológiai vizsgálatokat végeztünk a fúrásokból begyűjtött kőzetanyagban. A munka ge-rintcét mikrofauna (ostarcoda, foraminifera) meghatá-rozás alkotta iszapolt és H_2O_2 -dal feltárt mag- és furadékmintákon, mely kiegészült kőzettani bélyegek megfigyelésével, palyológiai és nannoplankton vizs-gálatokkal (Nagy Tiborné; Dr. Nagymarosy András).

A vizsgálatok felső-eocén és oligocén képződmé-nyek jelenlétét mutatták ki, melyek területileg elkülö-nülve helyezkednek el. A több száz méter vastagság-ban feltárt felső-eocén kőzetek sötétszürke, fekete, préselt, szenesedett nö-vénymaradványban gaz-dag, fényes csúszási síkok-kal átjárt agyagkővek, he-lyenként kisebb szenzsi-nórokkal, kizárólag ostracoda faunával. Az ala-csöny diverzitású, közel monospecifikus együttes gyenge megtartási állapo-tú. A *Cytheridella* genus dominanciája mellett ke-vés *Candona* sp. és *Cypria* sp. fordul elő. Sikertelt

azonosítani a *Cytheridella gantensis* MONOSTORI (2. ábra) és a *Cytheridella buseri* MONOSTORI fajokat.

A rétegek leülepedése nagyon sekély, gazdag nö-vényszerű, édesvízi üledékgyűjtőben történt. A palyológiai vizsgálatok szerint az összletet gazdag sporomorfa együttes jellemzi, melyben a Pteridophyta (harasztok) pollenszemcséi az uralkodók. Az asz-zociáció állandó vízborítású sekélylápokról és humid, meleg, trópusi klímáról tanúskodik. Magyarországi vi-szonylatban ez az édesvízi felső-eocén üledéksor egyedülálló, faunájában és litológiájában egyaránt szoros rokonságot mutat a szlovéniai Dobrna terület felső-eocén kőzeteivel. A *Cytheridella buseri* MO-NOSTORI fajt is Szlovéniából írták le.

A sávolyi területen megismert oligocén rétegsorok több száz méter vastagságú homokos-péltés össze-tek, melyeket tufa-betelepülések tagolnak. A sorozat-ból gazdag tengeri foraminifera együttes került elő. A képződmények rokonságot mutatnak a Periadriai-



2. ábra
Cytheridella gantensis MONOSTORI

Középső-triász mikrofáciesek

A tektonikai modell megalapozásához ésszerűnek látszott megvizsgálni, hogy Sávoly környékén – ahol a fúrás feltártsága megfelelő volt – a mezozoós aljzat tagolható-e litológiailag elkülönülő egységekre. A Tethys nyugati elvégződésének térségében az alsó- és a felső-triászban viszonylag széles zónákban homogén üledékképződés folyt, a középső-triászban azonban relatíve kisebb léptékben eltérő üledékképződési környezetek léteztek egymás mellett. Az aljzat tagolása szempontjából ezért a középső-triász karbonátok részletesebb vizsgálata látszott célravezetőnek. A fúrás magminták makro-, és mikroszkópos újraértékelését és mikrofácies-elemzését Dr. Haas János végezte el.

A vizsgált terület DK-i részén wettersteini típusú platform karbonátok mutathatók ki. A zátonyokat mészsízacskok, a zátonytetőt és a felső lejtőt mikrobiális bekéregzők, a lagúnát *Dasycladacea* algák uralták (Somi Mészki Formáció). A vizsgált terület ÉNy-i részén viszont pelágikus, gyakran kovás, tűzköves mészkő, márga, és vulkáni tufa, tufit fordul elő (Sávolyi Formáció). A platform és medence egység határán átmeneti kifejlődést nem találtunk, a határvonal a terület fő tektonikai irányával esik egybe. Noha nem zárható ki, hogy a két eltérő fáciesű részterület összefüggésben van, tektonikus kapcsolatukat lényegesen valószínűbbnek tartjuk. Feltételezhető, hogy az oldalelmozdulási zónában egymás mellé került, két különálló sub-terrénummal állunk szemben.

SZEIZMIKUS MÉRÉSEK

A kezdeti időszak szénhidrogén-kutatását – a nagyobb fajsúlyú alkalmazott gravitációs módszerrel párhuzamosan – korai fázisú szeizmikus mérések támasztották. A fotoregisztrációs, majd analóg korszak után, a hetvenes években bevezetett digitális technika a gyakorlatban antiklinális/szerkezet kutatásban kimerülő tevékenység mellett új távlatokat nyitott. A fedésszám növekedése és a mérési/feldolgozási módszerek fejlődése pontosabb szintazonosítást, korrelálást és ez által pontosabb szerkezeti térképek készítését tette lehetővé. A több generációban bemért 2D szeizmikus mérések pontosították a főbb szerkezeti vonalak lefutását, újszerű információt nyújtottak a miocén és pliocén üledékek belső szerkezetéről, megalapozva a térség szeizmosztratigráfiai feldolgozását. Azonban a fedésszám folyamatos növelésével, a vonalhálózat sűrítésével, a kitértetett irányok változtatásával sem sikerült a mélyebb helyzetű, nagy vastagságú miocén üledékekkel árnyékolt mezozoós aljzati szerkezeteket megbízhatóan azonosítani, a nagy dőlésű tektonikai elemek mentén jelen-

tős inverzió mentén szénhidrogén forrásokat meg-nyugtatóan lehatárolni, és a szénhidrogénfeldtani szempontból kiemelt fontosságú triász időszaki karbonátokat a miocén és paleogén üledékektől, vulkanitoktól elkülöníteni.

A kilencvenes évek elejétől alkalmazott szeizmikus 3D mérések áttörő eredményt hoztak a neogén medencealjzat kutatásában. A mérések során, a gerjesztések természetesen három dimenziós hullámterét már nem csupán 2D-s vonalak mentén, hanem területileg elhelyezett geofonokkal valóban három dimenziós módon regisztrálják. A 2D mérések terep adottságok miatti fedésszám csökkenését ennél a kutatási módszernél a gerjesztési és észlelési pontok rugalmasabb kihelyezésével lehetett kezelni. A fenti nehézségek legyőzésén túl a 3D mérések célja a kiemeltebb szerkezeti helyzetű mezozoós gerincek aljzatabelsejében található szeizmikus indikációk vizsgálata is volt.

1992-től 2000-ig csaknem 800 km² területet mérünk be a kutatás alá vont oldalelmozdulási zónában. A mérések fedésszáma a kezdeti 12x-ről 24x-re növekedett. Ahol a terep morfológiai jellege és a felszíni rétegek minősége engedte, a jelgerjesztés kisebb költség igényű vibrátoros módszerrel történt, a töze- ges, erdős, vagy nagy geomorfológiai változásokkal tagolt részterületeken robbantásos jelgerjesztést alkalmaztunk. Egy erősen tektonizált zónában, ahol fúrásokkal bizonyítottan a földtani felépítés rendkívül bonyolult volt, 3D prestack mélységmigrációs szeizmikus adatfeldolgozást végeztünk – Magyarországon elsőként –, egy fókuszáltabb, könnyebben értékelhető szeizmikus image kinyerése céljából.

A 3D szeizmikus kutatási módszer – amellyel a nem elhanyagolható eredmény mellett, hogy segítségével új előfordulásokat fedeztünk fel – rávilágított arra is, hogy a továbblépés alapfeltétele az ilyen részletességű információ szerzés, olyan érett területeken, mint a Zala-medence. A csapdák legtöbbjének kialakulása szerkezeti mozgásokhoz kötődik. A nagyobbak azonosítása lehetséges volt kisebb felbontású kutatási módszerekkel is, ami maradt, azonban már átfolyik a korábbi módszerek szitáján. A gyakran elbűvölő részletességgel élénk társuló világ azonban nem csodaország. A módszer a kutatás kockázatát csökkenti, de korlátai miatt továbbra is bizonytalanság terheli a különböző korú és kifejlődésű kőzetek elkülönítését, a mélyebb szerkezetek lehatárolását. A magas költségek megtérülése a kisebb-nagyobb lehetőségek helyes arányú portfólióba rendezésével, kezelésével és integrált módon definiált szénhidrogén rendszerek azonosításával biztosítható.

ANYAGVIZSGÁLATOK ÉS GEOFIZIKAI ADATOK INTEGRÁLT ÉRTELMEZÉSE

Az anyagvizsgálatok és a geofizikai adatok együttes értelmezése lehetővé tette a Magmás-Metamorf Zó-

na tagolását. A komplexum különböző metamorf és magmás kőzetövekből épül fel, melyeket tektonikai síkok választanak el. Nyugati szélén a 3D szeizmikus anyag nagy amplitúdójú és nagy sebességgel jellemezhető (velocity pull up) zóna mutatkozik, mely a mágneses mérések erős anomális területével esik egybe. A fúrási adatokkal összhangban ez egy zöldpala sáv, mely a körülötte lévő tonalitos övektől élesen elkülönül (3. ábra). A szeizmikán kis amplitúdójú, "kiüresedett" reflexiókkal jelentkező tonalitok a zóna legnyugatabbi részén, illetve a zöldpala övtől keletre, Pusztamagyaród térségében fordulnak elő. Keletebbre a szeizmikus lefedettség nem teszi lehetővé a tektonikai határok pontos kijelölését, azok pusztán a köztetscsoportok területi elkülönülése alapján feltételezhetők.

A 3D szeizmikus anyag értelmezésének eredményeképpen az új paleogén előfordulások szintén lehatárolhatók meredek síkú, KÉK-NyDNY-i csapású tektonikai elemekkel: a két különböző korú előfordulás ezek csapásában egy-egy elnyújtott, hosszanti blokkot alkot.

A képződmények elterjedésének csapásmenti lehatárolása azonban problematikus, fúrások hiányában, csak szeizmikus adatokat felhasználva bizonytalan határvonal jelölhető ki.

A Magmás-Metamorf Zóna és a paleogén képződmények tektonikai síkokkal való lehatárolhatósága (ahol a rendelkezésre álló szeizmikus adatok mennyisége és minősége megfelelő, ott ez meggyőzően azonosítható, korrelálható), hosszanti romboid alakja és

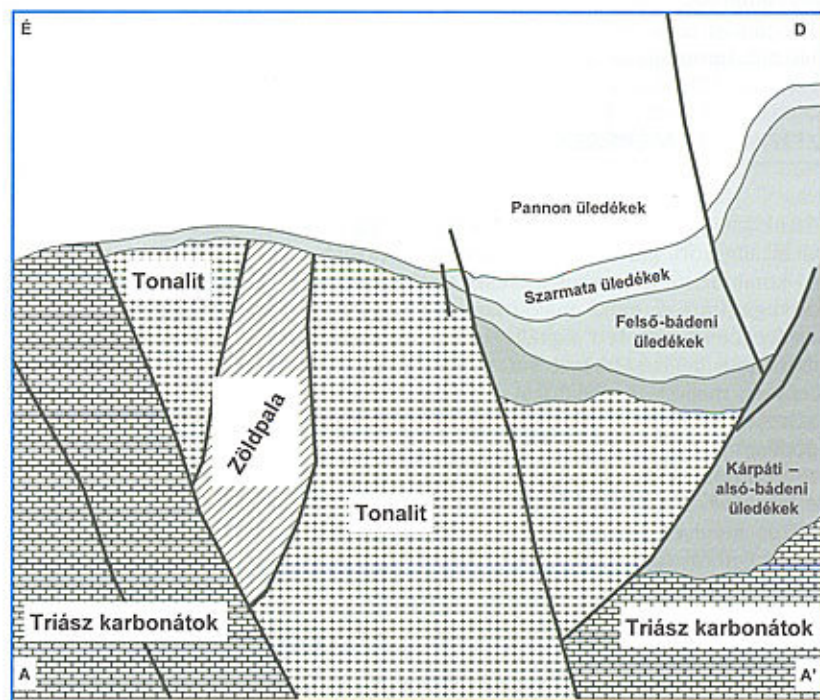
a Periadriai-lineament mentén hasonló képződményekkel való rokonsága arra enged következtetni, hogy ezek a kőzettestek az oldalelmozdulási övben strike-slip duplex tektonikai pozícióban vannak. A fenti képződmények, a szomszédos elnyírt triász időségi blokkokkal együtt egy 15-20 km széles oldalelmozdulási rendszert alkotnak.

A TERÜLET FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

Kora-Miocén oldalelmozdulás

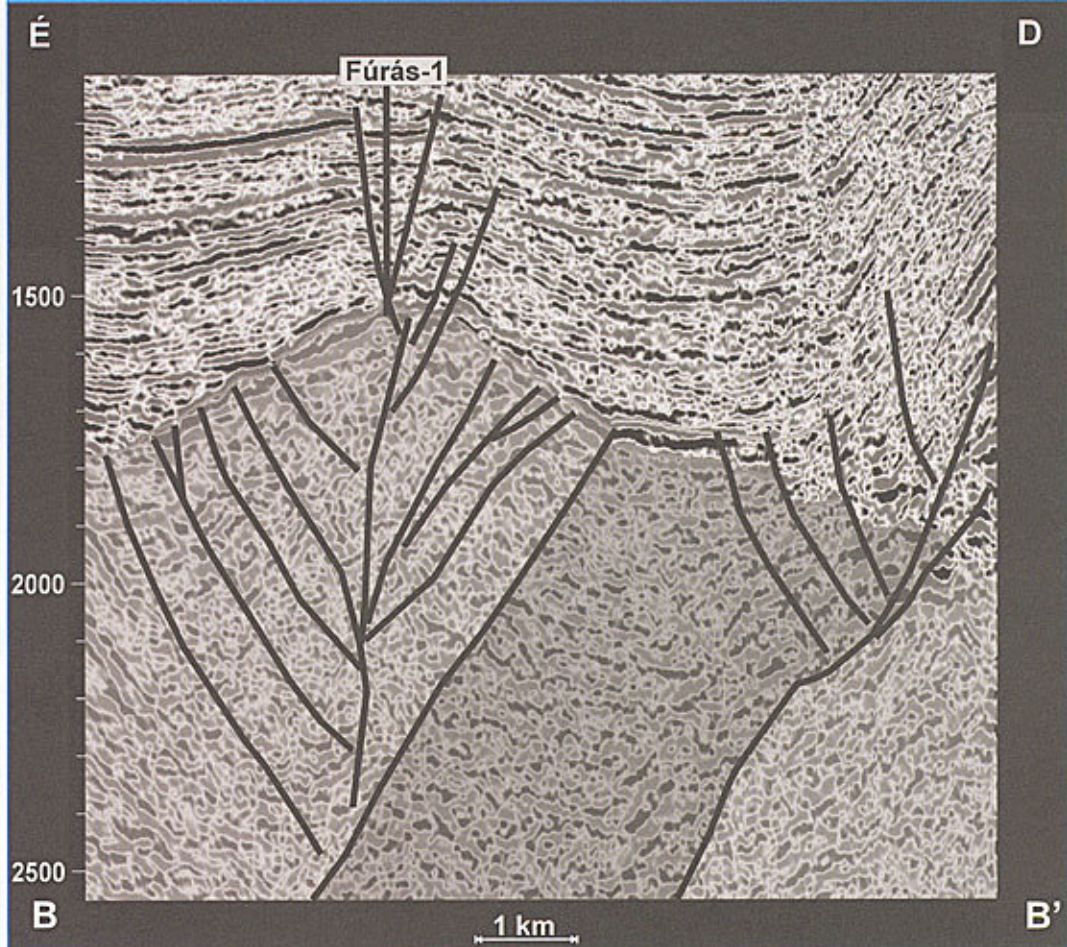
A Balaton-vonal menti legjelentősebb oldalelmozdulási fázisban kerültek egymás mellé az előzőekben tárgyalt eltérő felépítésű preneogén egységek. A Magmás-Metamorf Zóna és a paleogén kőzetblokkok, mint "leforgácsolódott" kőzettestek, jelentős mértékű jobbos horizontális mozgások révén elszakadtak és eltávolodtak a jelenleg nyugatabbra eső rokon összletektől. Az intenzív eltolódások nagy méretű pozitív virágszerkezetek, felpikkelyeződések és back-thrust szerkezetek létrejöttét eredményezték (4. ábra). A tektofázis dinamizmusát jól érzékelteti, hogy a rétegdőlések a virágszerkezetek központi részein (pl. Ortaháza) akár a 90°-t is elérhetik.

A törésrendszer több, hosszan követhető strike-slip vetőből épül fel, melyek rombusz alakban fogják össze a Magmás-Metamorf Zóna nyugati részét. A fő töréseket számos kisebb tektonikai elem kíséri (5. ábra). Az Ortaháza-Kilimáni-gerinc és a Magmás-



3. ábra

Zöldpala és tonalit övek a Magmás-Metamorf Zónában (vázlatos földtani szelvény)



4. ábra
Nagy méretű pozitív virágszerkezet

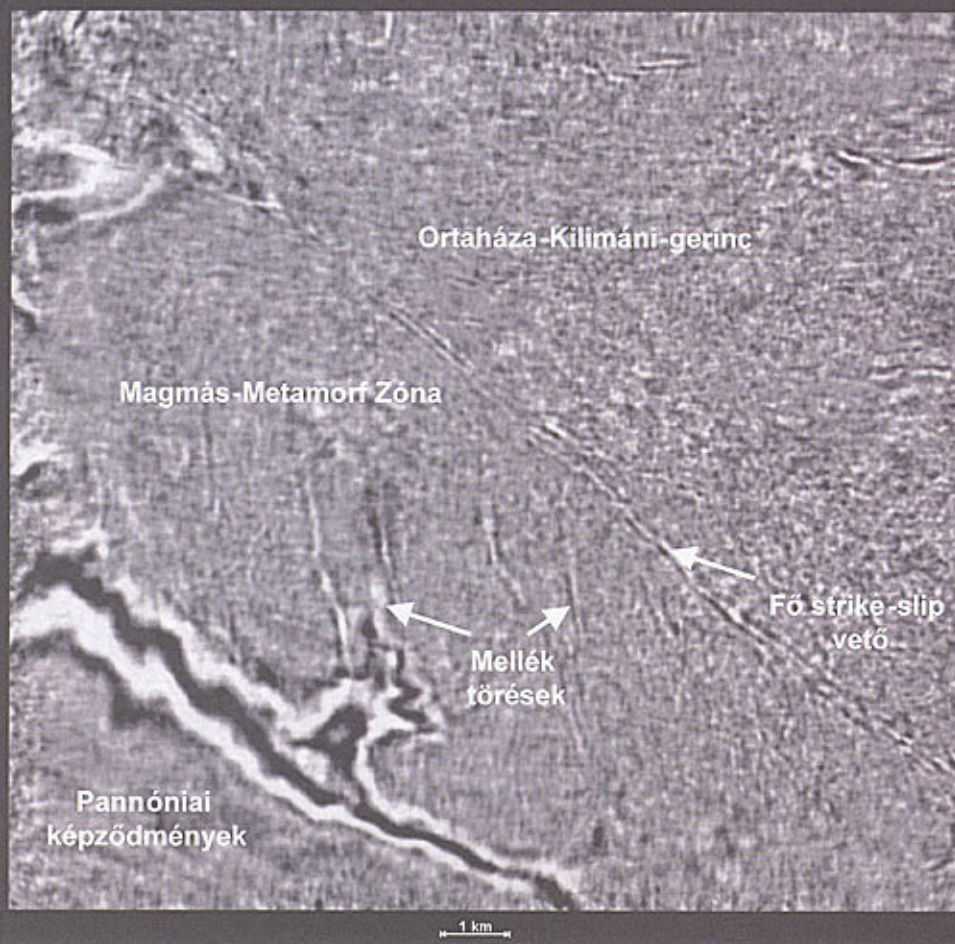
Metamorf Zóna közötti fő törés síkja a szeizmikán markánsan jelentkezik, megfigyelhető annak dőlés-váltása: Ortaháza környékén északi dőlés mellett a karbonátos gerinc tolódik a magmás-metamorf komplexumra, keletebbre a dőlés délire vált, és a magmás-metamorf összletek kerülnek magasabb szerkezeti helyzetbe. Az átmeneti szakaszon a törés elméletileg függőleges, ennek következtében szeizmikusan nem képezhető le. A határzónára itt jellemző zavaros szeizmikus képtől északra és délre azonban eltérő szeizmikus fáciesű képződményeket találunk. Kilimánál a fúrási adatok a Magma-Metamorf Zóna észak felé való "átépésére" utalnak. A feltételezett váltó-zónában a szeizmikus megkutatottság gyenge, így egyértelmű szerkezetföldtani következtetések nem vonhatók le. A szomszédos területek tektonikai értelmezése alapján azonban nem kizárt, hogy észak felől egy ÉÉNy-DDK-i csapású törés fut be a Balaton-vonal övezetébe, és Kilimán nagy mértékű kiemeltsége (aljaztmélység kb. 500 m) egy tektonikai csomópontban való elhelyezkedésével magyarázható.

A szlovéniai megfigyelések alapján a strike-slip

mozgások a kora-miocénben, de a kárpátit megelőzően, 24-17 Ma között mentek végbe. Területünkön a mozgás korát illetően a Sávoly környéki paleogén előfordulás legfiatalabb, egi korú rétegei adnak támpontot, melyeknek az oldalelmozdulás előtt kellett keletkezniük. A különböző aljzati egységekre a mélyzónákban egységesen települő kárpáti üldékek – a szlovén adatokkal egyezően – posztdataálják a horizontális mozgásokat.

Kárpáti - kora-badeni extenzió

A kárpátiban extenzióssá váló feszültségtér következtében K-Ny-i csapású medencesor (Lovászi, Budafa, Kanizsai-mélyzóna) alakult ki, északi és déli peremén jelentős normál vetőkkel. A törések feltehetőleg a 8000-8500 m mélységben (3500 ms-os szeizmikus felület) levő triász-perm határ környékére jellemző evaporitos összletbe simulnak bele, lehetővé téve a térnyerést. A Magma-Metamorf Zóna tagolódott, déli része a normál vetők mentén süllyedni kezdett, teret adva az üledékképződésnek. A medence-



5. ábra

Fő és mellék oldalelmozdulási elemek

sor központi sávjában a több ezer méter vastagságot is elérő synrift sorozatot karbonátos és polimikt breccsák, homokkövek és péliteik alkotják, felfelé egyre inkább a finomszemcsés üledékek túlsúlyával. A sorozat regressziós záró tagjaként a délnyugati területén glaukonitos homokkő képződött. A korabadi végén a synrift üledékek kompressziót szenvedtek és kibillentek. A szeizmikus szelvényeken jól érzékelhető az a szögdiszkordancia felület, mely ezt az üledéksort a felső-badeni fedőjétől elválasztja. Keleten, Csákány és Somogyfőcsanak térségében több ezer méter vastagságú vulkanit összlet keletkezett.

A késő-badeniben a termális süllyedés nyugodtabb tektonikai viszonyai között, a medenceterületeken nagy vastagságú márga összlet rakódott le, míg a kiemelt területeken (Ortaháza-Kilimáni-gerinc, Sávoly) a fokozatos transzgresszió lajtmásképző rétegsorok leülepedését eredményezte. A két heteropikus fácies határa nyugaton éles, a Magma-Metamorf Zónát tagoló fő extenziós vetőhöz kapcsolódik. Keleten, Sávoly térségében megfigyelhető a lajtmásképző összlet

gravitációs tömegmozgásokkal történt áthalmozása.

Késő-miocén és pliocén: felújuló transzpresszió

A késő-miocén és pliocén során a korábbi tektonikai síkok felújultak, a horizontális mozgások volume-ne azonban jóval kisebb volt, mint a kora-miocénben.

Az alsó-pannóniai rétegekbe nyugaton nagy dőlésű törések húzódnak fel, a korábbi oldalelmozdulási elemek továbbharapódzásaként (Ortaháza-Kilimáni-gerinc). A felújuló transzpresszió keleten a korábbi pozitív virágszerkezetek további kiemelkedését, felettük az alsó-pannóniai rétegek meggyűrődését eredményezte (Sávoly környéke).

A legutolsó és egyik leglátványosabb tektonikai esemény az a nagy mértékű inverzió, mely Lovászi és Budafa antiklinálisainak felgyűrődésében nyilvánult meg. A kiemelkedés mértéke a 2 km-t is elérhette. Az inverzió kora bizonytalan, hiszen a legfelső rétegek is meggyűrődtek, és a tetőzónában erodálódtak.

A magnetosztratiográfiai adatokkal rendelkező Ib-I fúrásból korrelált szeizmikus szekvenciahatárok közül a 8,2 Mév-ot reprezentáló szint fut ki a budafai antiklinális tetőzónájába, tehát az inverzió ennél biztosan fiatalabb. A kiemelkedésnek feltételezésünk szerint a legelső miocén és a kvarter között kellett döntő részben végbemennie, de a feszültségtér felehetőség ma is kompressziós/transzpressziós. A viszonylag tág időintervallum szűkítésére különböző módszerekkel teszünk a jövőben kísérletet. Folyamatban lévő kutatások:

- magok ásványszeparátumain végzendő termokronológiai vizsgálatok,
- felszíni vízfolyásokhoz kapcsoló kavics-terasz térképezések,
- pannóniai delta-síkság képződmények felszíni feltárásaiból gerinces-fauna ősmaradványok begyűjtése, leírása, korlása.

KÖVETKEZTETÉSEK

A Zala-somogyi vonalszakasz vizsgálatainak eredményei a nagyszerkezeti modellt megerősítik. A területre vonatkozó földtani kép az alábbiakkal egészül ki:

1. A Magmás-Metamorf Zóna tektonikai elemekkel határolt övekre bontható, magmás kőzete tona-

lit, mely a Periadriai-vonal menti magmatitokkal szoros rokonságban van.

2. Új paleogén előfordulások találhatók Sávoly térségében, a Balaton-vonal zónájában. A felső-eocén és oligocén üledékes kőzetek szlovéniai rétegsorokkal hozhatók párhuzamba.
3. A Magmás-Metamorf Zónát és a paleogén előfordulásokat strike-slip duplex tektonikai helyzetűnek – azaz az oldalemozdulás során az autochtonjától elnyíródott és horizontálisan eltávolodott egységnek – tekintjük az anyagvizsgálati analógiák és a szeizmikus értelmezés alapján.
4. Sávoly környékén a Száva egységi pretercier aljzatban két tektonikusan érintkező alegységet különítettünk el, melyek középső-triász kőzetei eltérőek: medence, illetve platform környezetben képződtek.

A felállított geológiai modell nagy mértékben hozzájárult a terület szénhidrogén-földtani képének jobb megértéséhez. Megállapítottuk, hogy a kőolaj- és földgáztelepek döntő többsége egy bonyolult, de egységesen kezelendő strike-slip rendszer különböző elemeihez köthető (pozitív virág szerkezetek, inverziós antiklinálisok). Lehetővé vált újabb prospektek kijelölése, a már ismert tárolók pontosabb térbeli lehatárolása, illetve egyes anomális termelési tapasztalatok magyarázata is.

IRODALOMIEGYZÉK

- BENEDEK K. (2002): Paleogene igneous activity along the Easternmost segment of the Periadriatic-Balaton Lineament: *Acta Geologica Hungarica*, Vol. 45/4 359-371
- BENEDEK, K., PÉCSKAY, Z., SZABÓ, CS., JÓSVAI, J., NÉMETH, T. (2004): Paleogene igneous rocks in the Zala Basin (Western Hungary): Link to the Paleogene magmatic activity along the Periadriatic Lineament. *Geologica Carpathica*, 55. 43-50
- FODOR, L., JELEN, B., MÁRTON, E., SKABERNE, D., CAR, J., VRABEC, M. (1998): Miocene-Pliocene tectonic evolution of the Slovenian Periadriatic fault: Implications for Alpine-Carpathian extension models, *Tectonics*, v. 17/5, 690-709
- FODOR, L., JELEN, B., MÁRTON, E., RIFELI, H., KRALJIC, M., KEVRIC, R., MÁRTON, P., KOROKNAI, B. & BÁLDI-BEKE, M. (2002): Miocene to Quaternary deformation, stratigraphy and paleogeography in Northeastern Slovenia and Southwestern Hungary, *Geologija* 45/1, 103-114
- HAAS, J., MIÖC, P., PAMIC, J., TOMLIJENOVIC, B., ÁRKAI, P., BÉRCZI-MAKK, A., KOROKNAI, B., KOVÁCS, S., FELGENHAUER, E. R. (2000): Complex structural pattern of the Alpine-Dinaridic-Pannonian triple junction. *Journal of Earth Sciences*, 89: 377-389
- HAAS J. (2002): Sávoly környéki mezozoós aljzati képződmények fáciesvizsgálata: *MOL Adattár*, 1-24.
- MONOSTORI, M. (1993): The Genus *Cytheridella* in the Paleogene of Eastern Europe. *Revista Espanola de Micropaleontologia*, Vol. XXV, núm. 3, 107-112
- MONOSTORI M. (2001): Eocén édesvízi ostracoda fauna Szlovéniából. – 4. Őslénytani Vándorgyűlés 2001. Pécsvárad, 28. abstract

A SZEKVENCIA-SZTRATIGRÁFIAI ESEMÉNYEK ÉS A TEKTONIKA KAPCSOLATA A DERECSKEI-ÁROK PANNÓNIAI RÉTEGSORÁBAN

Lemberkovics Viktor, Bárány Ágnes, Gajdos István, Vincze Marianna – MOL Rt.

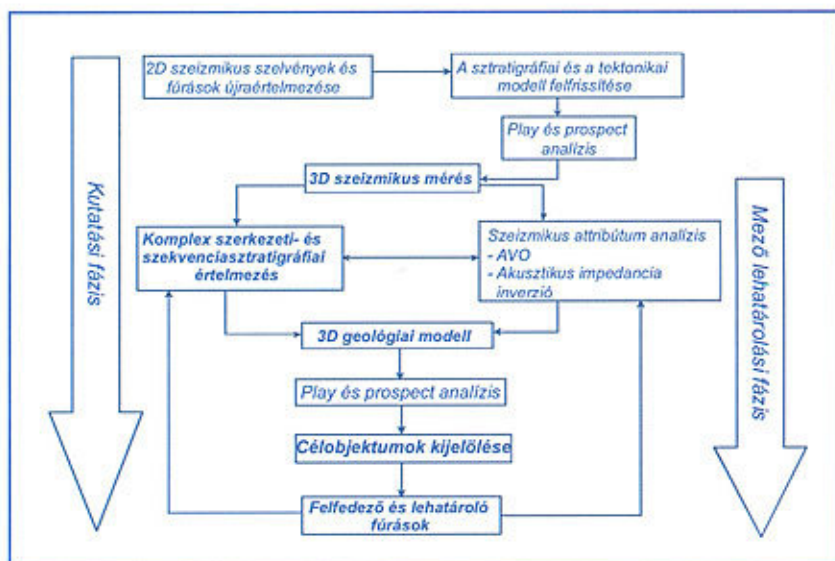
BEVEZETÉS

Napjainkra a CH-kutatás szempontjából érett Pannon-medencében foglalkozóban vannak a kutatás hagyományos célpontjainak tekintett pretercier aljzati szerkezetek. E tény kényszerítő erejének hatására kerülnek előtérbe a Pannon-beltőben, több delta-rendszer által felhalmozott, sziliklasztos rétegsorokban térképezhető objektumok. Jelen munkában – a konkrét kutatási területre, a Derecskei-árok környezetére vonatkozó eredmények közlése mellett – a kialakított munkafolyamat és az alkalmazott metodika bemutatására is törekszünk.

A MUNKAFOYAMAT

A munkafolyamat (1. ábra) nemcsak a kutatási fázis, hanem a felfedezett mező lehatárolási műveletének egyes elemeit is tartalmazza, hiszen részben ugyanazokat a lépéseket kell mindkét esetben elvégezni.

A kutatási fázis a már bemért 2D szeizmikus szelvények és lefúrt fúrások adatainak újraértelmezésétől a felfedező fúrás lemélyítéséig tart. Sarkalatos pontja a kutatási fázisnak a play és prospect analízis művelete, hiszen itt dől el, hogy van-e esély olyan potenciális csapdák meglétére a vizsgálati területen, amelynek sikeres megkutatása gazdaságossá teszi a folyamatábrában szereplő további lépések végrehajtását. A 3D szeizmikus adattömböt egyfelől komplex szerkezetföldtani és szekvenciasztratigráfiai elemzésnek vetjük alá, ezzel párhuzamosan elvégezzük a kutatás szempontjából meghatározó egységek attribútum-analízisét is. Az ilyen módon kialakított 3D geológiai modell teszi lehetővé a prospect-ek eredmény-kockázat alapú rangsorolását, a legjobbak kutatófúrással történő feltárásának megalapozását. A sikeres felfedező fúrás eredményeit visszacsatoljuk a munkafolyamat megfelelő elemeihez, és ezektől kezdve újra végrehajtjuk a soron következő lépéseket. Ezek már a mező-lehatárolási fázis lépései, végeredménye pedig az optimális pozícióba elhelyezett lehatároló fúrás(ok). Ezek eredményeit szintén visszacsatoljuk a munkafolyamat korábbi lépéseire, és végleges mo-



1. ábra

A pannóniai rétegek kutatása során alkalmazott munkafolyamat

dellépítést, készletminősítést készítünk.

A továbbiakban a 3D szeizmikus adattömb bemérését követő komplex szerkezeti és szekvenciasztrati-gráfiai értelmezés részfolyamatait és eredményeit ismertetjük.

SZERKEZETI ÉRTELMEZÉS

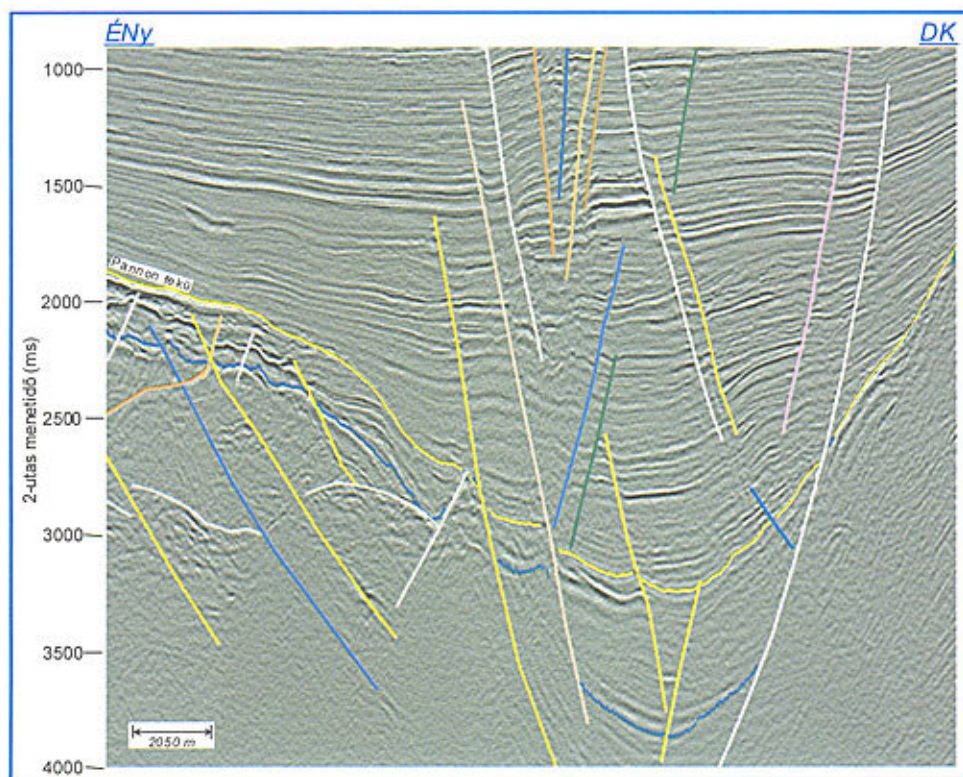
A szerkezeti értelmezések alapfeladata a vetőrendszer felépítése, a vető-szegmensek korrelálása. Első lépésként a hagyományos szeizmikus szelvény – időmetszet alapú vetőszegmens azonosítást végezzük el (2. ábra)

Ezt követően az értelmezett vetőszegmensek korrelálására több módszer nyújt segítséget:

- egyrészt már a hagyományos szeizmikus szelvény - időmetszet alapú tektonikai értelmezés ad támpontokat arra, hogy mely vető-szegmensek alkotnak egy vetősíkot,
- másrészt segítségünkre vannak az értelmezett felületek mentén elkészített és megjelenített különböző attribútum-képek. Ezek a felületek lehetnek általunk generált álhorizontok, amelyeknek különösebb földtani jelentőségük nincs, de lehetnek szekvenciahatárok, maximális előntési felszínek, vagy egyéb sztratiográfiai határfelületek. A létreho-

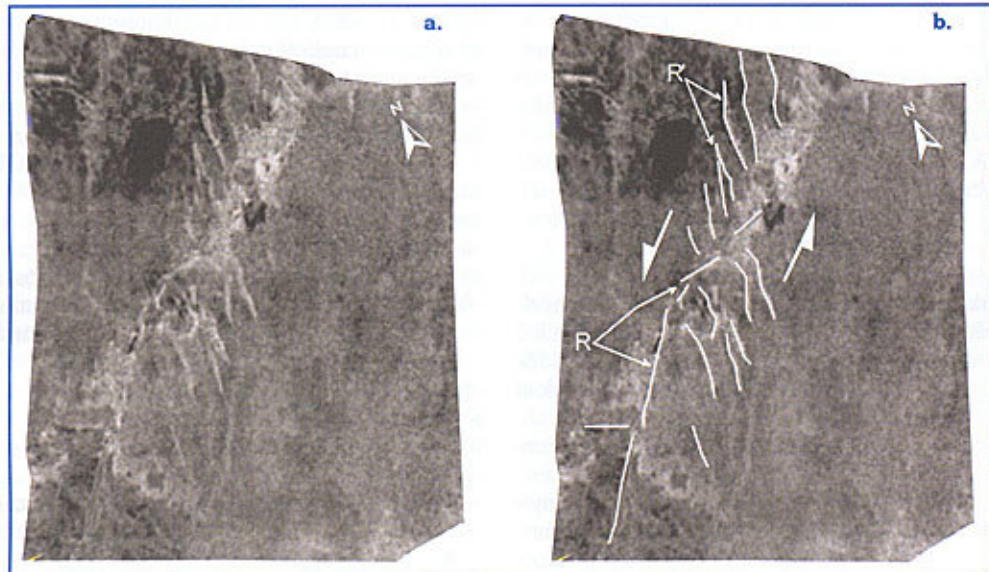
zott felületek két fontos kritériumnak kell, hogy megfeleljenek: fázisban kell futniuk, illetve lehetőség szerint minden szeizmikus csatornán értelmezniük kell őket. A 3. ábrán egy felület mentén extraktált szeizmikus amplitúdó-attribútum képet látunk, amelyen a vetőrendszer, valamint az egyes vetők lefutása rajzolódik ki a Derecskei-árok nyugati peremén. Az amplitúdó attribútum kép mellett előállíthatunk felület mentén számított azimut-, és dőlés-, koherencia-, valamint ún. hasonlósági attribútum-képeket is. Mindezek az attribútumok nemcsak a tektonikai elemek azonosítását, korrelálását segítik, hanem a felületek mentén található egyéb geometriai jelenségek – kanyargó turbidit-csatorna kitöltések, levee képződmények – lokalizálását is lehetővé teszik. Az ismertetett metodikával korrelált vetősíkok a Derecskei-árok nyugati oldalán egy jobbra lépő, balos oldalelmozdulási rendszer virág-szerkezetét rajzolják ki (2-3. ábrák).

Az azonosított vetőrendszerben az elmozdulás mértéke is becsülhető. Egy szekvenciahatár felületéből izovonalas térkép szerkeszthető, a vető-polygonok megjelenítése mellett. Az azonos üledékfelhalmozódási környezetben (pl.: delta front felhalmozódási környezetben) futó azonos értékű izovonalak nyomon követésével meghatározzuk, hogy az egyes vetősíkok mentén mekkora az oldalelmozdulási komponens (4. ábra). Még pontosabb elmozdulási mérté-



2. ábra

Szerkezeti értelmezés a Derecskei-árok északi harmadában. Megfigyelhető a két oldalelmozdulási zóna virágrendszereinek találkozási, és a meglehetősen bonyolult tektonikai helyzet



3. ábra

Pannóniai szekvenciahatár felülete mentén extraktált amplitúdó-attribútum kép. A jó minőségű szeizmikus anyagon azonosítható (a) és értelmezhető (b) az árok nyugati peremén húzódó oldalelmozdulási rendszer.

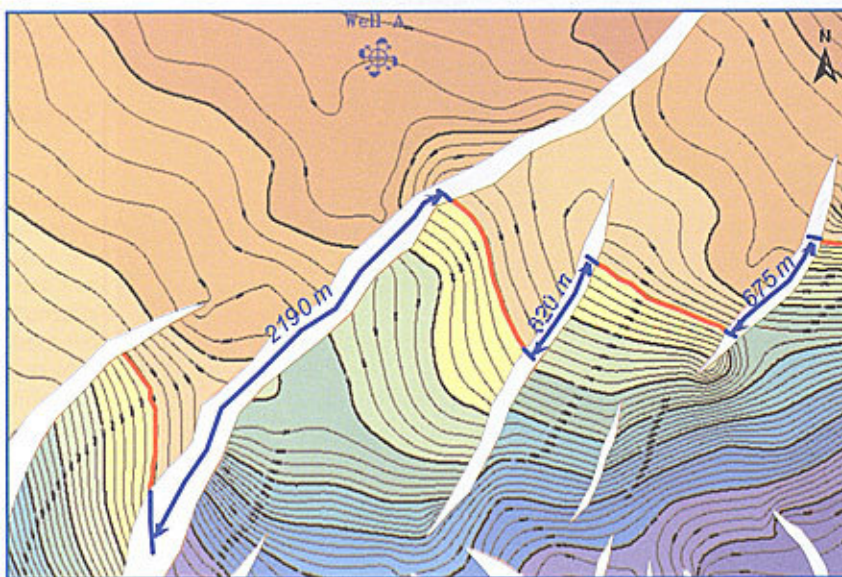
(R: segítő Riedel-törések, R': gátló Riedel-törések; Wilcox et al, 1973)

ket számolhatunk, ha a delta-rendszer kiépüléséhez tartozó geometriai jelenségek (kitöltött meanderező folyómedrek, lelapoldási törésvonal, etc.) azonosítását végezzük el a vetősík két oldalán. E számítás alkalmazásával a vizsgálati területen az eltolódás mértéke mintegy 4,5-6 km a teljes vetőrendszer mentén. Belátható, hogy ezzel a módszerrel – amennyiben az egyes felületek korát is meghatározzuk – pontosan nyomon lehet követni a vetőrendszer fejlődését, vál-

tozását az időben.

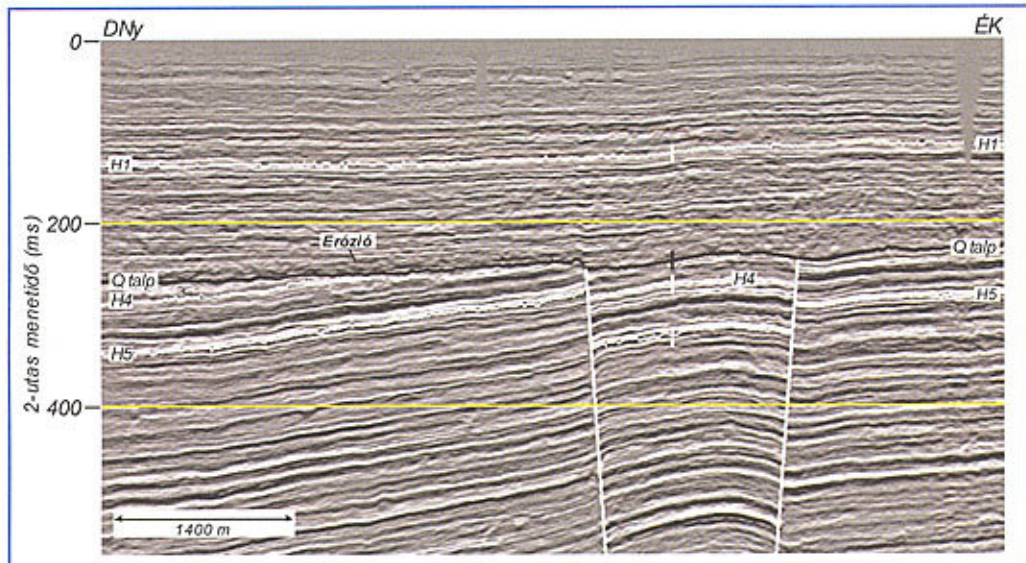
A Derecskei-árok nyugati oldalán található oldalelmozdulási-zóna aktivitása már a miocénben megindult és – jelenlegi bizonyítható ismereteink alapján – a pliocén/kvarter határig tartott a vizsgálati területen. Ez utóbbi koradat meghatározására az árok ÉNy-i harmadában bemért nagy felbontású szeizmikus szelvények nyújtanak segítséget (5. ábra). Vizsgálati eredményünknek ellentmond, hogy a Debrecen környékén észlelhető recens földrengések kipattanását is ehhez a tektonikai zónához kötik (GRIBOVSKI K., 2004). A tektonikai mozgások nem folyamatosan, hanem szakaszosan történhettek, erre utal a tektonikai zónában felhalmozódott szénhidrogének feltételezhető migrációja, és a tektonikai elemek jelenlegi zárása, vagy átteresztése.

Az előzőekben vázolt munkafolyamat utolsó lépéseként felépítjük a vizsgálati terület 3D tektonikai modelljét. A Derecskei-árok pannon rétegsorának tektonikáját erőteljesen meghatározza az árok nyugati peremén húzódó, ÉK–Dny-i csapásirányú többnyire extenzív jellegű,



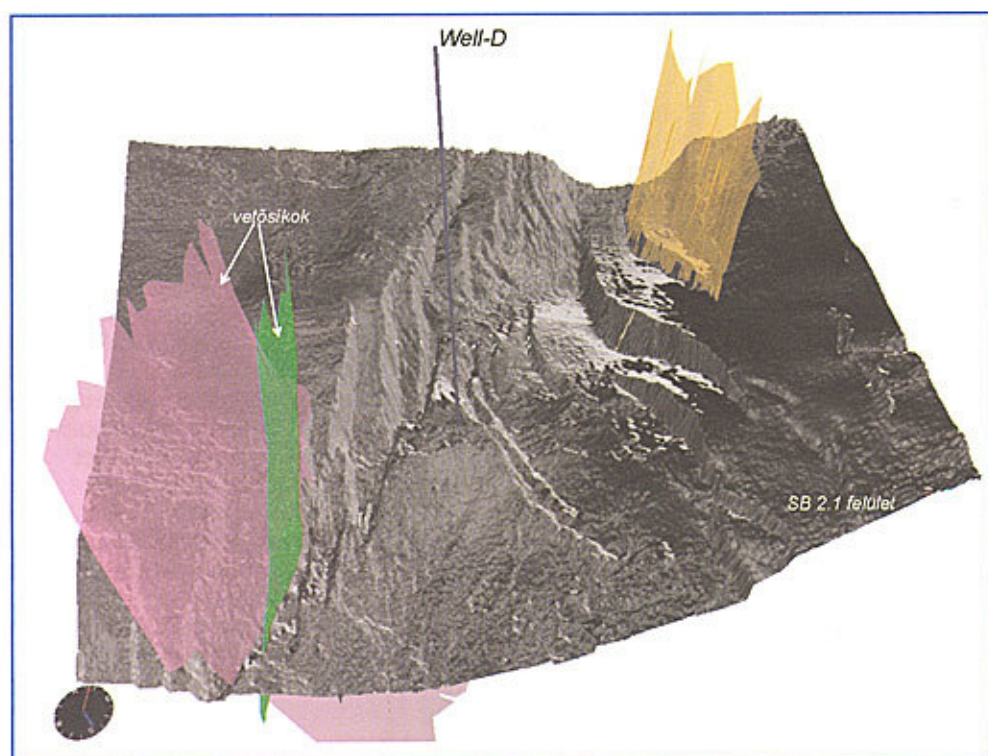
4. ábra

Egy pannóniai szekvenciahatár izovonalas térképe vetőpoligonokkal. Az egyes vetősíkok mentén lemérhető az elmozdulás mértéke.



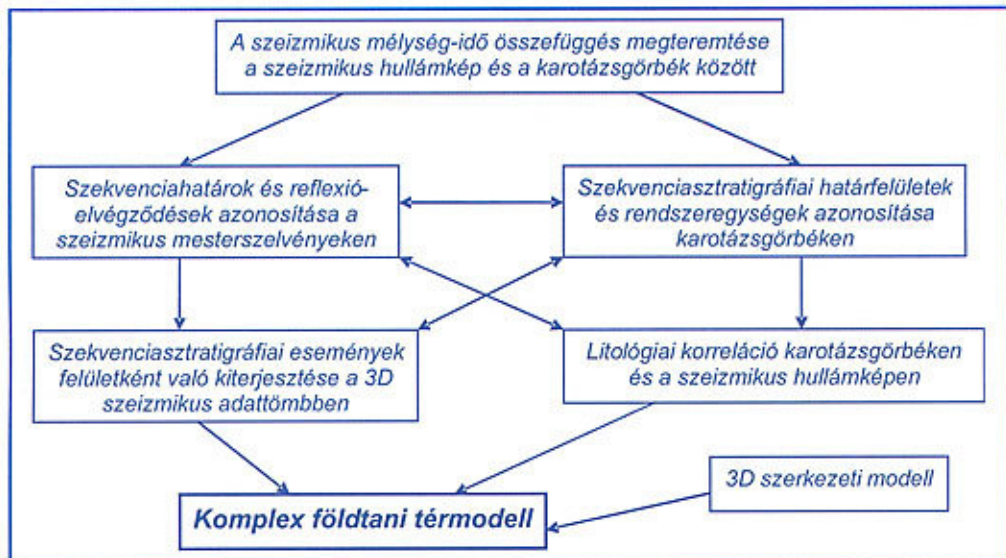
5. ábra

Nagy felbontású, értelmezett szeizmikus szelvény a Derecskei-árok északi harmadából. Látható, hogy a kvarter talpként (Q talp) azonosított horizont alatt jelentős erózió történt, valamint a vetősíkok is idáig harapódtak fel. (H1-H5: segédhorizontok)



6. ábra

A 3D tektonikai modell részlete. Az SB 2.1 szekvenciahatár felülete mentén – megfelelő megvilágítással – láthatóak a vetők nyomvonalai. A megjelenített vetősíkok kijelölése több horizont alapján történt.



7. ábra

A szekvencia-sztratigráfiai értelmezés munkafolyamata és a komplex földtani térmodell kialakítása

jobbra lépő, balos oldalelmozdulási zóna. Ezt a zónát rengeteg tektonikai elem alkotja. Az árok keleti oldalán az oldalelmozdulás nem ilyen markáns, kevés vetőelemmel rendelkezik, és az árok középrészének környezetében "karéjos" megjelenésű normálvetőkön keresztül szétseprűződik. A két vetőrendszer az árok tengelyében, annak É-i harmadában, néhány nagyobb vetőn keresztül összekapcsolódik, és egy kiváló geometriával jellemezhető tároló szerkezetet hoz létre (6. ábra). Az árok K-i oldalán található kiemelkedés normálvetői, valamint a két vetőrendszer találkozásának vetőelemei tovább bonyolítják a tektonikai képet. Modellünk szerint a Derecskei-árok egy oldalelmozdulás által létrehozott "pull-apart" medenceként értelmezhető. A tektonikai munkafolyamat kialakításában figyelembe vettük ANN WORREL (2001) és T. M. SHEFFIED et al (2000) metodikai jellegű publikációinak eredményeit.

SZEKVENCIASZTRATIGRÁFIAI ÉRTELMEZÉS

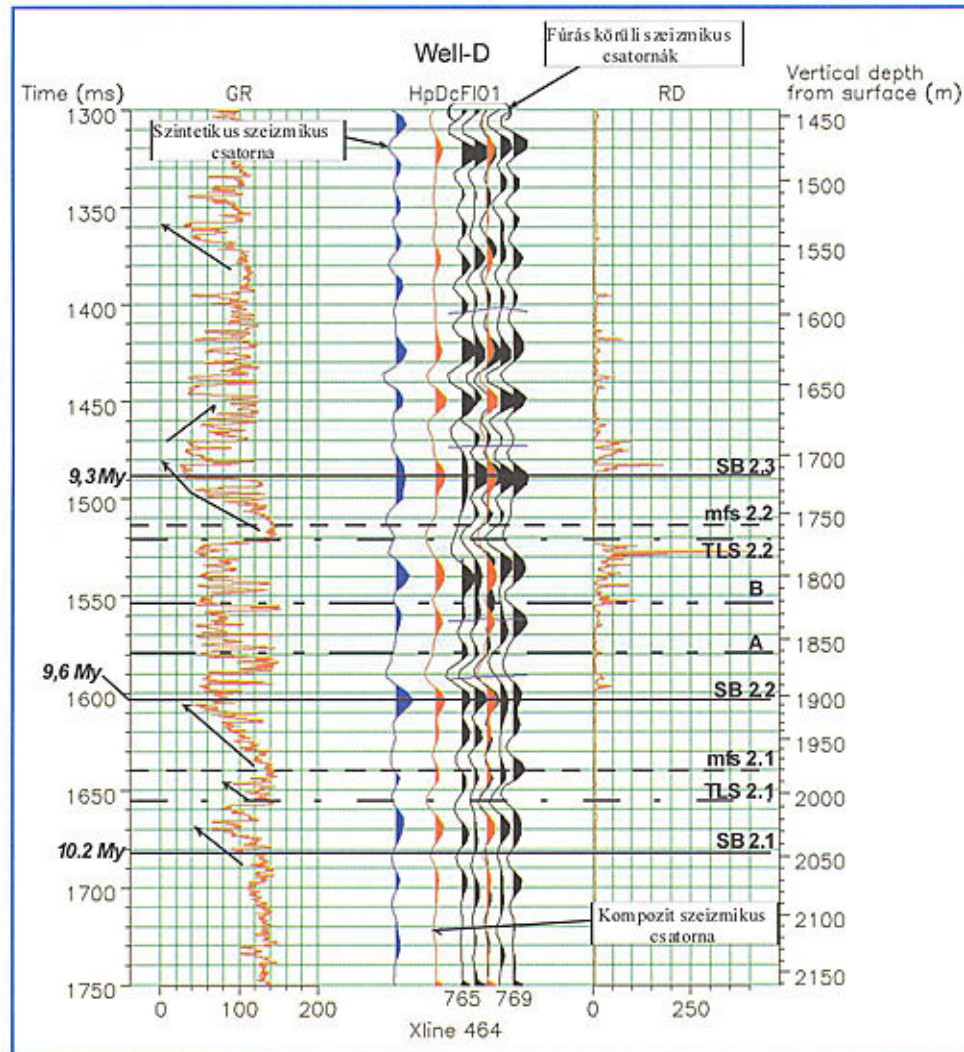
A szekvenciasztratigráfiai értelmezés több lépésből felépülő rész-munkafolyamat. A 7. ábrán bemutatott szekvenciasztratigráfiai munkafolyamatban szereplő eszközök és értelmezési technikák kapcsolódási pontjai szoros kapcsolatot mutatnak. A fúrási és szeizmikus adatok értelmezése egymással párhuzamosan történik és a két technika eredményeit folyamatosan korreláljuk. E precíz értelmezési folyamat vég-eredménye a pontos földtani térmodell.

Első lépés a megfelelő mélység-idő összefüggés megteremtése a fúrák és a szeizmikus hullámkép között. A megfelelő karotázsgörbék – akusztikus- és

sűrűség-szelvények – valamint a fúrákban mért VSP mérés segítségével szintetikus szeizmikus csatornát állítunk elő, amit korrelálunk a fúrák környezetében mért szeizmikus csatornához. A 8. ábrán látható D jelű fúrákban a korrelációs együttható 80% fölötti értéknek adódott.

A pontos mélység-idő összefüggés megteremtése után következik a litológiára jellemző karotázsgörbékben (gamma-ray, ellenállás, természetes potenciál) azonosítható durvuló-finomodó szemcseméretű ciklusok, félciklusok azonosítása, valamint a szekvenciasztratigráfiai egységek, határfelületek kijelölése. A vizsgált fúrákban, a szénhidrogén-kutatás számára perspektivikus mélység-tartományban két negyedrendű üledékes szekvenciát, azok rendszeregységeit, valamint az azokat határoló és felbontó határfelületeket (szekvenciahatárokat, maximális elöntési felszíneket, kisvízi rendszeregység tető-szinteket) sikerült azonosítani. A 8. ábrán bemutatott karotázsgörbe-részleten olyan eseményeket is kijelöltünk (A és B szintek), amelyek szerepére csak a fúráson átmenő nyomvonalú szeizmikus szelvény segítségével tudunk megfelelő magyarázatot adni. Az ábra bal oldalán látható koradatok a szekvenciahatárok korai VAKARCS (1997) szerint.

A fúrási adatok értékelését követően a karotázsgörbékben azonosított szekvencia-sztratigráfiai eseményeket átültetjük a fúráso(ko)n átmenő nyomvonalú mesterszelvények szeizmikus hullámképére. A szelvények tektonikai értelmezése után kikövetjük a karotázsgörbén bejelölt szekvenciasztratigráfiai eseményeket. Ezen események nyomon követésében és értelmezésében segítenek a szeizmikus anyagon kijelölhető reflexió-elvágódások, mint az eróziós csomókulások, onlap, toplap, downlap elvágódások.



8. ábra

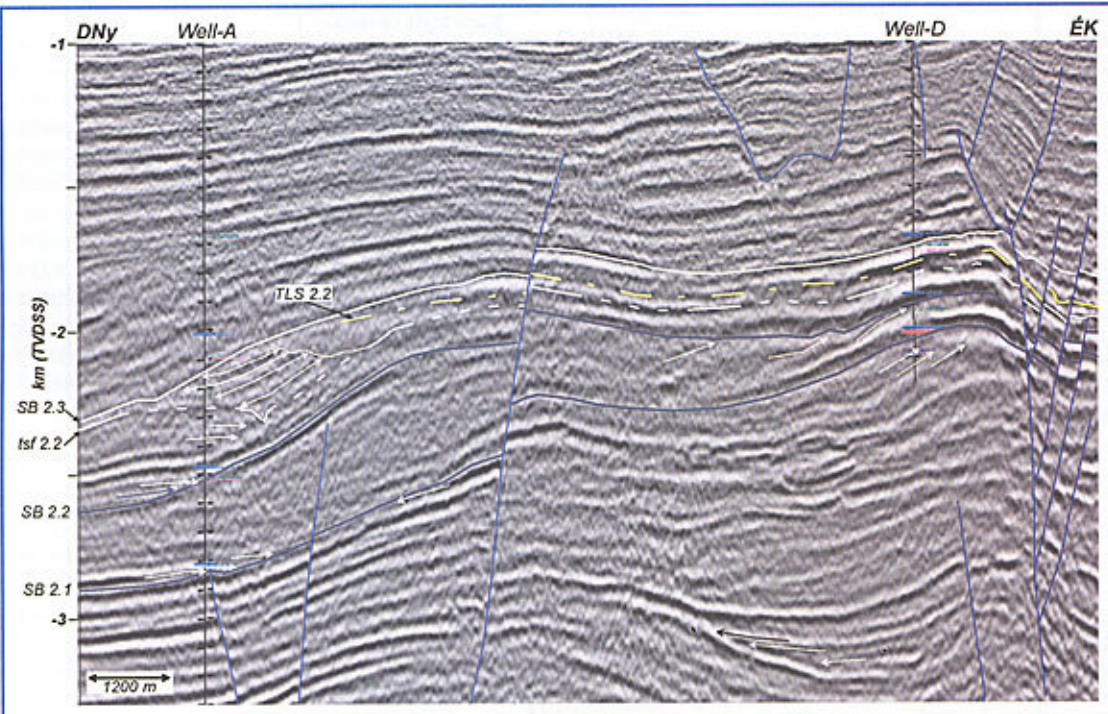
A D jelű fúrás szintetikus szeizmikus csatornája, valamint szekvenciasztratigráfiai értelmezése.

A GR görbe melletti nyílak az üledék szemcseméret változásait jelölik (felfelé durvuló, illetve finomodó félciklusok). SB: szekvenciahatár; TLS: kisvízi rendszeregység tető; mfs: maximális elöntési felszín; A, B: karotázsgörbe alapján tisztán nem azonosítható szekvencia-sztratigráfiai esemény

A karotázsgörbe és a szeizmikus hullámkép eltérő felbontóképessége természetesen nem engedi meg, hogy minden karotázsgörbén azonosított eseményt kiterjesszünk a szeizmikus szelvény mentén. A kiválasztott, szállítási irányral párhuzamos és az értelmezett fúrás tengelyén átmenő szeizmikus szelvényen azonosítani tudtuk a szekvenciahatárokat, valamint a felső üledékes szekvenciát felbontó határfelületeket, rendszeregységeket (9. ábra). A reflexió-elvégződések determinálták a 8. ábrán nem tisztázott szerepű A-jelű eseményt, amely értelmezésünk szerint egy negyedrendű üledékes szekvencia kisvízi, lejtőnek támaszkodó törmelékű tető szintje (9. ábra; tsf 2.2 szint). A B-jelű esemény talán egy ötödrendű szekvenciahatár, amely azonban már a szeizmikus mérés

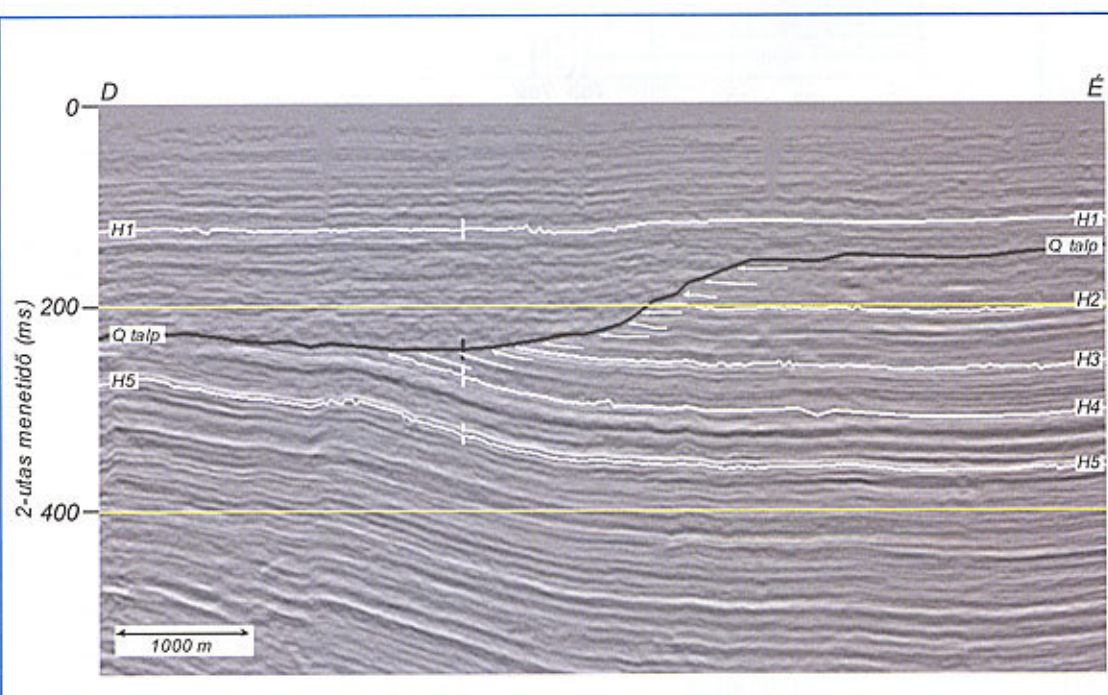
felbontóképessége alá esik. A lejtőnek támaszkodó hordalékkúp, illetve az SB 2.3 szekvenciahatár között még egy kisvízi kiépülő komplexum is azonosítható. A 8. ábrán értelmezett mélyebb helyzetű üledékes szekvencia a szeizmikus szelvényen nem bontható rendszeregységekre a reflexiószegény szeizmikus hullámkép miatt.

Következő lépés a kiválasztott szeizmikus szelvényen azonosított szekvencia-sztratigráfiai események felületként való kiterjesztése a 3D szeizmikus adattömbön. Mivel a pannóniai üledékek ezen a területen meglehetősen erős és folytonos reflexiókkal jellemezhetők, mi a félautomatikus horizont-követés eszközt alkalmazzuk. A szoftver a szomszédos csatornák keresztkorrelációval való vizsgálatán alapul, és



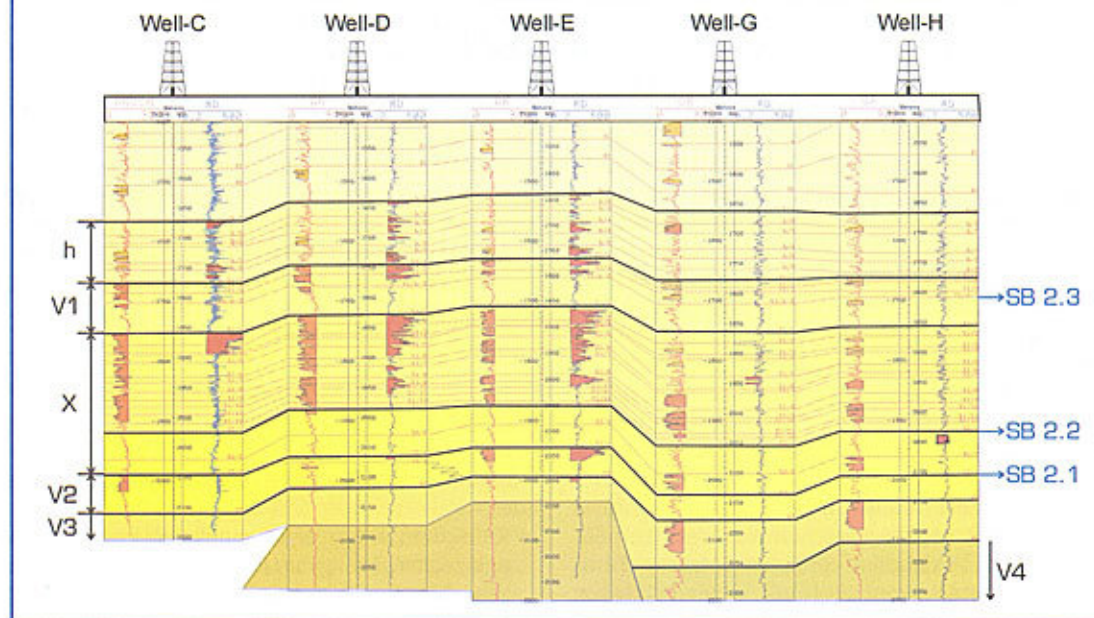
9. ábra

Hordalék beszállítási iránnyal párhuzamos szeizmikus szelvény az értelmezett szekvencia-sztratigráfiai határfelületekkel. A rövidítések magyarázatát lásd a 8. ábrán.
tsf: kisértő, lejtőnek támaszkodó törmelék-kúp-tető. A nyilak a különböző reflexió-elvégződéseket jelölik.



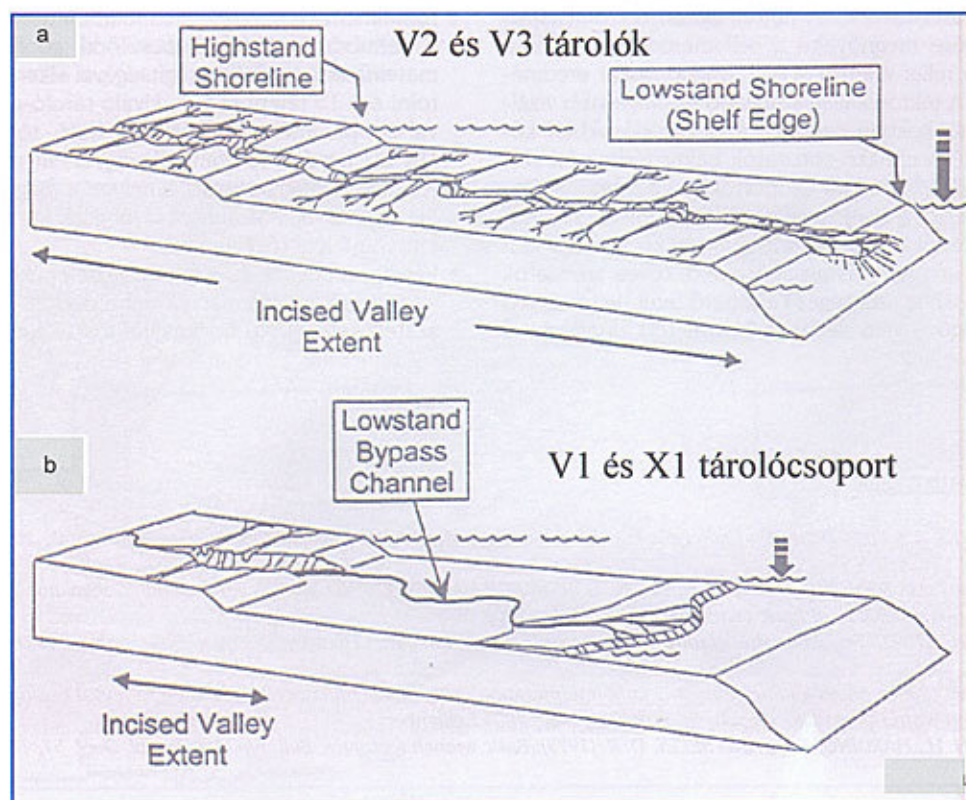
10. ábra

A kvarter-talp (Q-talp) horizonhoz kapcsolódó erózió a Derecskei-árok északi harmadában.
H1-H5: segédhorizontok.



11. ábra

Karotázs-korrelációs panel a vizsgálati területről a Derecskel-árok északi harmadából



12. ábra

Az azonosított fő homokkő tárolók képződési modellje Révész I. szerint

nagy előnye, hogy minden olyan szeizmikus csatornára kiterjesztjük a szekvenciasztratigráfiai felületeket, ahol az általunk beállított korrelációs paraméterek megtalálhatók. Természetesen a fúrások karotázsgörbéivel végig kontrolláljuk a kapott eredményeket. A módszer további előnye, hogy a binenként értelmezett horizont mentén könnyű előállítani a különböző attribútum-képeket, amelyek a felületek menti események megjelenítésének eszközei (pl.: tektonikai vonalak, eltemetett, kanyargó folyómedrek, gát képződmények, stb.). Az ilyen típusú horizontkövetések, valamint a nagyfelbontású szeizmikus szelvények segítségével kimutathatóak például az eróziós jelenségek, melyek jelentős szerepet játszatnak a terület szénhidrogén-generálási képességében. A 10. ábrán a kvarter talpon megfigyelhető – mintegy 160-180 méternyi üledéket erodáló – denudációs térszín azonosítható.

Az értelmezési munka utolsó lépése során a karotázsgörbék segítségével homokkő-test korrelációt készítünk. A vizsgálati területen összesen 7 homokkő csoportot azonosítottunk a perspektivikus térrészben, és az összes homokkő testet korreláltuk az általunk kiválasztott fúrásokban (11. ábra).

A felállított képződési modell szerint a nagy vastagságú, blokkos karotázsképp, a szeizmikus kép alapján bevágódott völgy kitöltésének értelmezett homokkővek megjelenése a szállító közeg energiaviszonyainak megváltozására utal. A háttér gyors, tektonikus kiemelkedése megnövelte a self meredekségét, és a nagyobb relief energia völgybevágódásokat eredményezett. A tektonikailag stabilabb és magasabb vízállású időszakokban ezekben a bevágódásokban középmező homokkő-sorozatok halmozódtak fel (11. ábra, V2-V3 homokkő csoportok, 12.a. ábra). A Derecskei-árok nyugati oldalán található oldalelmozdulásos tektonikai rendszer azonban ezt követően is biztosította a nagy vastagságú homokkőves sorozatok lerakódásához szükséges kitölthető teret. Így a kisebb dőlésszögűvé váló selfen a beszállított durvaszemű

hordalék, vastag, "blokkos" karotázsképpel jellemezhető homokkő sorozatot hozott létre, de már egy lokális deltásodás eredményeként (VI-XI) mederkitöltés, és lepelszerű homokkő fáciesben (12.b. ábra)

A teljes munkafolyamat utolsó lépése a 3D földtani térmodell megalkotása. Ebben a modellbe sűrítjük a tektonikai, szekvenciasztratigráfiai és homokkő-test korrelációs eredményeket és ez a modell segít kijelölni és pontosítani azokat a szerkezeti, sztratigráfiai, vagy szerkezeti-sztratigráfiai objektumokat, amelyek a szénhidrogén-kutatás számára további vizsgálatokra érdemesek.

EREDMÉNYEK

Eredményeinket a következőkben foglalhatjuk össze:

- Kidolgoztunk egy olyan munkafolyamatot, amelynek segítségével gyors és pontos földtani értelmezést készíthetünk a pannóniai üledékek – CH-kutatás szempontjából – perspektivikus térfogatára.
- Tisztáztuk a Derecskei-árok tektonikai-szekvenciasztratigráfiai modelljét a vizsgált mélység-tartományban.
- Létrehoztuk a Derecskei-árok nagy felbontású, háromdimenziós szerkezeti és földtani térmodelljét.
- E térmodellek és a kapcsolódó geofizikai-geomatematikai modellek segítségével sikerült lehatárolni egy 15 településből álló, kiváló tároló-geometriával és -paraméterekkel jellemezhető, több mint 5 Md m³ kezdeti földtani gázvagyonnal rendelkező jelentős földgáz-mezőt, amelyre a hagyományos 2D technológia alkalmazásával csak korlátozottan lett volna lehetőségünk.
- Végül a modellek és a feltárt gáztelepekből kapott visszacsatolt információk lehetőséget nyújtanak szatelit telepek azonosítására, tesztelésére.

IRODALOMIEGYEZÉK

- GRIBOVSKIZKI, K. (2004): Debrecen földrengés-kockázati térképe; előadás, Ifjú Szakemberek Ankétja, Sárospatak, 2004. március 19-20
- SHEFFIED, T. M., MEYER, D., LEES, J., PAYNE, B., LORENZETTI HARVEY, E. AND ZEITLIN M. J. (2000): Geovolume visualization interpretation: A lexicon of basic techniques; Leading Edge 2000. May
- VAKARCS, G. (1997): Sequence stratigraphy of the cenozoic Pannonian basin, Hungary; Doctor of Philosophy, Rice University, 1-386
- WORREL, A. (2001): Rapid and accurate 3-D fault interpretation using opacity and optical stacking to reveal geologic discontinuities, Ann Worrel - Paradigm Geophysical, Leading Edge 2001 December
- WILCOX, N. H., HARDING, T. P., AND SEELY, D. R. (1973): Basic wrench tectonics, Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 57, 74-96

A MOL SZÉNHYDROGÉN-KUTATÁSI SIKERE PAKISZTÁNBAN

Csiki Izabella, Csontos László, Vakarcis Gábor – MOL Rt.

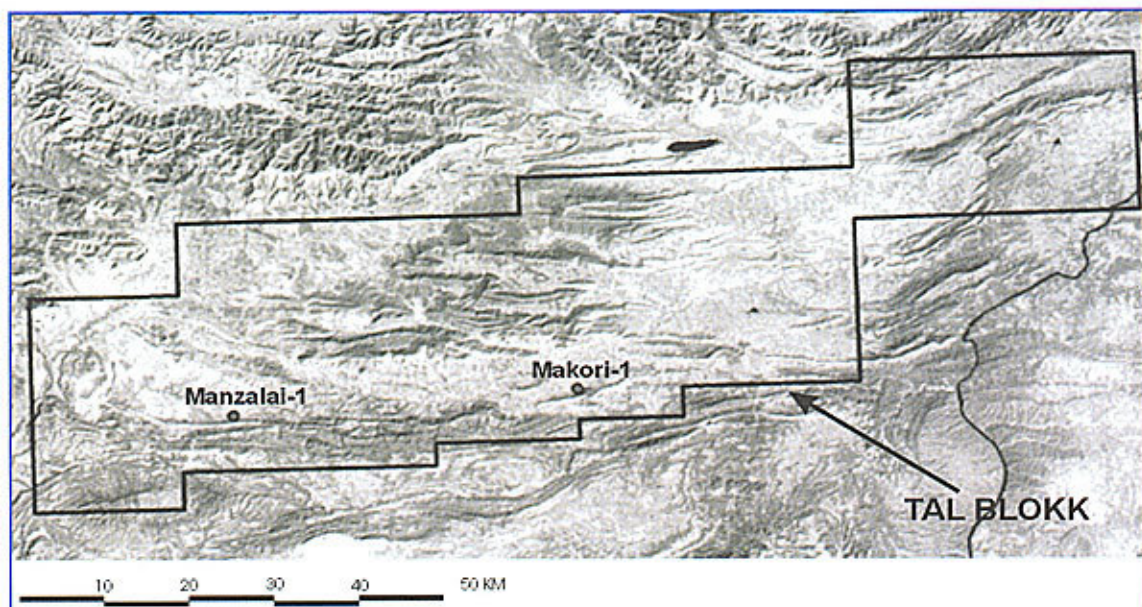
BEVEZETÉS

Pakisztánról a magyarok többségében olyan kép alakulhatott ki, mely szerint egy távoli egzotikus országról van szó, elmaradottsággal és szegénységgel, feszültségekkel terhelt bel- és külpolitikával, amelyet ráadásul közös határa és közös népcsoportjai miatt bizonyos mértékig még az afganisztáni konfliktus is érintett. A nemzetközi olajipart jól ismerők számára viszont az ország olyan befektetési terepet jelent, amely jelentős, még feltáratlan szénhidrogén készleteket rejt, szilárd kormányzattal, az olajipart és a külföldi befektetéseket erősen támogató, kiszámítható gazdaságpolitikával, valamint kőolaj és földgáz vonatkozásában igen jelentős és egyre növekvő fizetőképessé piaccal. Ebben az országban ért el a MOL világviszonylatban is jelentős üzleti és szakmai sikert: a magyar vállalat által vezetett konzorcium felfedezte Észak-Pakisztán legjelentősebb földgázmezőjét.

KUTATÁSTÖRTÉNET

Pakisztán számos szénhidrogén lelőhelye közül az északi, a Himalája lábainál elterülő medence a legkevésbé megkutatott. E medencét Felső-Indus medencének nevezik, mert kettészeli az itt még csak Tisza méretű folyó. Az Indus az afgán határtól Pakisztán fővárosáig, Islamabadig terjedő dombvidéket két részre: a szelídebb Potwar és a vadabb Kohat platókra osztja. A kohati dombvidéken mintegy 800 m-es alagságából 1500 m-es gerincek nőnek. A gyér mediterrán növényzet igen jó feltárási körülményeket teremt, és kiválóan használhatóvá teszi az űrfotókat (1. ábra).

E platón található a MOL Rt. vezette konzorcium kutatási koncessziója a pakisztáni Északnyugati Tartományban, Peshawartól 90 km-re délre és Islamabadtól 200 km-re DNY-ra.



1. ábra
A Tal blokk űrfotón

A szénhidrogén-kutatás ÉNy-Pakisztán területén a XIX. század második felében kezdődött. Ekkor egy felszíni olajszivárgásra számos fúrást telepítettek és felfedezték a Potwar-medence CH-kincsét. Az első mezőt, a Khaurt, az Attock Co. építette ki 1914-ben. Az elkövetkező években a háborúk dacára további felfedezések történtek a Potwar-medencében. A régióban 40 szerkezetet vizsgáltak, amelyekből 10 produktívnak bizonyult. A kutatási-mezőfejlesztési tevékenység azóta is az Industól keletre, a Potwar-medencében összpontosul. A Kohat-platón a Potwar-medencétől nyugatra, a '80-as évekig nagyon kevés tevékenység zajlott. Először a pakisztáni állami OGDC vállalat végzett szeizmikus méréseket 1976-77-ben, az Amoco 1978-ban, majd újra az OGDC 1979-ben. A nyolcvanas években több ízben (1983, 1985, 1987 1989-90) az OGDC végzett újfent szeizmikus szelvényezést, most már szűkített területekre. A szeizmikus kampányt követően 1989-ben a pakisztáni vállalat mélyített egy kutatófúrást, amely műszaki problémák miatt a célzóna tetején, 4548 m-ben leállt. Az Amoco, szeizmikus kampányát követően 1991-92-ben három fúrást is mélyített a koncessziós terület északi részén. Mindhárom talált CH nyomokat, de mindhárom meddőnek minősítették. A fúrások a terület igen bonyolult szerkezeti, és viszonylag egyszerű rétegtani felépítését igazolták. A fúrási információk ugyanakkor igen fontos értelmezési támogatást jelentettek a további kutatás számára.

A fúrásos kutatást illetően 1999-ben történt igazán áttörés, amikor egy, a MOL jelenlegi kutatási területétől délre, az OGDC által mélyített fúrás több intervallumban olajat illetve gáz-kondenzátumot tesztelt. Ez a fúrás igazolta a MOL-nak azt az elkötelezett törekvését, hogy ezen bonyolult területen működő szénhidrogén-rendszer után kutasson. A pakisztáni

Tal kutatási konzorcium 1999. február 11-én alakult a MOL vezetésével, illetőleg operátorságával.

A 2003. márciusáig tartó első kutatási fázis során 118 km vonalhosszban felszíni szeizmikus méréseket végeztünk, emellett újra feldolgoztunk 422 km régi szeizmikus szelvényt, majd ezek eredményeként komoly szakmai bravúrral lemélyítettük a Manzalai-1 fúrást 4575m talpmélységig. A fúrás három rezervoár szintet sikeresen tesztelt, igen jelentős vagyonna rendelkező, nagy termelési kapacitású gáz halmazt lepet talált paleocén és kréta korú tárolókban. E kutatási fázis eredményeként megállapíthattuk továbbá, hogy a fúrással feltárt földgáztároló szerkezet tovább folytatódik keleti és nyugati irányban is.

A második kutatási fázis 2003 tavaszán kezdődött melynek keretében a Manzalai-szerkezet keleti kiterjesztésére 445 km új 2D szeizmikus mérést mértünk valamint egy újabb kutatófúrást (Makori-1) mélyítettünk. Szintén e kutatási fázis munkaprogramjának része a már felfedezett Manzalai-szerkezet lehatárolása, amelynek érdekében 570 km² 3D szeizmikus mérést követően egy feltáró fúrás (Manzalai-2) lemélyítését tervezzük végrehajtani.

A MOL KUTATÁSI TERÜLETÉNEK FÖLDTANI FELÉPÍTÉSE ÉS RÉTEGTANA

ÉNy-Pakisztán geodinamikai-földtani helyzetét a Himalája hegységrendszer és az Indiai kontinens találkozási zónája szabja meg (2. ábra).

E zóna egy széles, D-DK felé feltolt takarós öv, mely részben a Himalája tengeri üledékeiből, részben az Indiai kontinens levsődő és felpikkelyeződő burkából és előtér-medencéjéből áll. Az ütközési zóna

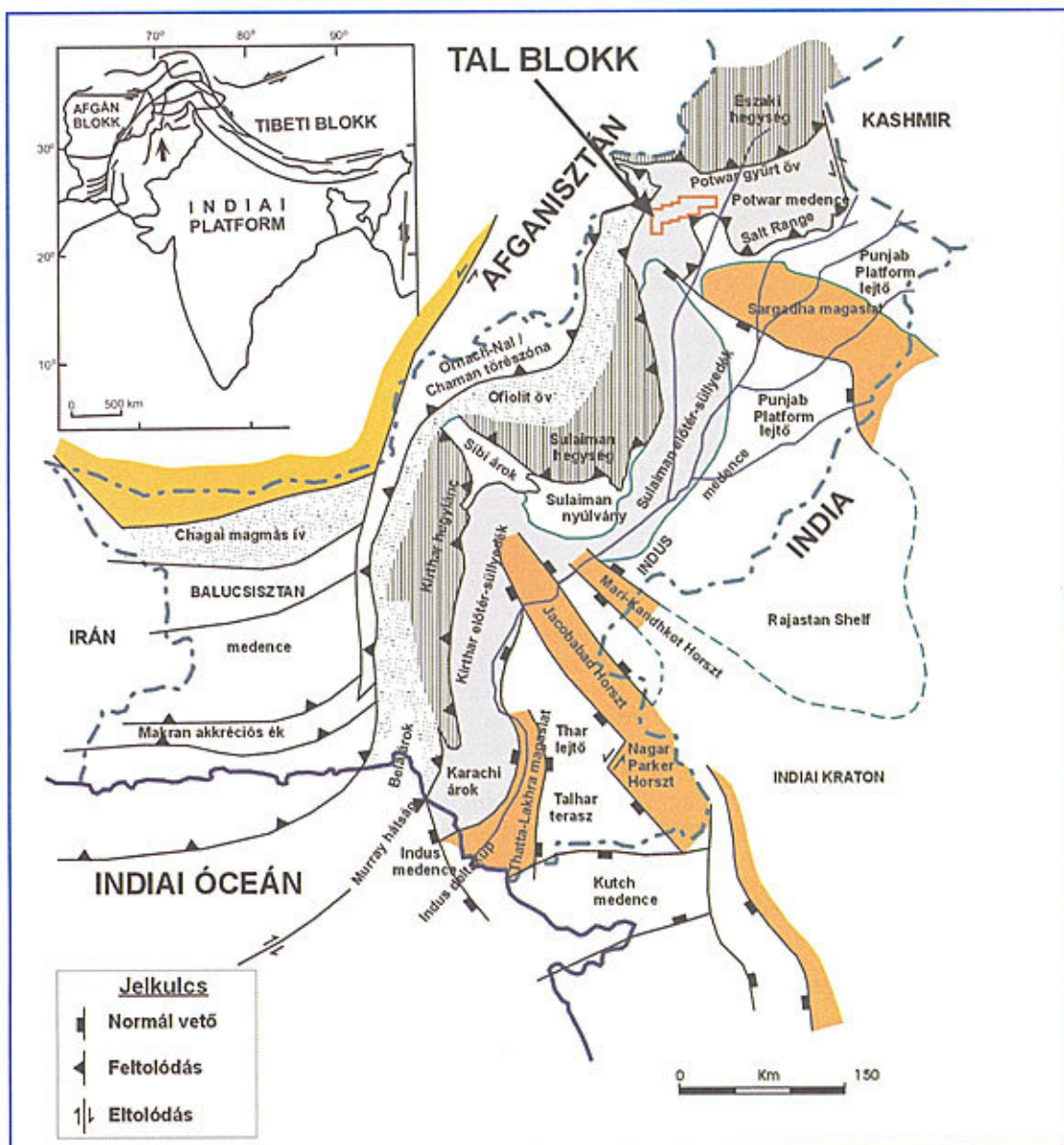


2. ábra
A Tal blokk szerkezeti vázlata

főként K–Ny-i csapású szerkezeteket hozott létre, de a ferde ütközés és az eredeti kontinens-sarkok miatt jelentős ÉÉK–DDNy-i hegyláncok is vannak Nyugat-Pakisztánban. A terület fejlődése három fő szakaszra bontható. A paleozoikum-mezozoikum során az Indiai kontinens passzív, ÉNy-i szegélyét alkotta a terület, így a júra riftesedés után nyugodt, parti, észak felé mélyülő üledékes sorozat keletkezett. Az indiai és eurázsiai lemezek közötti ütközés a legfelső krétára-paleocénre tehető. Ekkor, az ütközés hatására paleogén előtér-medence keletkezett, amely az eocén idejére feltöltődött. Az Indiai kontinens déli részeire oly jellemző Dekkán trapp-bazalt nem ér el ide. Végül hosszú, kései paleogén – kora miocén szárazulati

időszak után a miocén-pliocénben ismét felerősödött a Himalája délre nyomulása. Ez hatalmas, 7 km mély szárazföldi előtérmedyédést és sok takarót keltett az Indiai kontinens határterületein. A jelenlegi szerkezetek is ennek a konvergens fázisnak köszönhetik létüket a Kohat-plató és így a kutatási blokk területe eocén-pliocén üledékekkel borított. A mezozoikum a blokk északi határán, a Main Boundary Thrust (fő határ-feltolódás, MBT) mentén tolódik a fiatalabb üledékekre. A bloktól délre, a Surghar Range és Salt Range hegységeiben is kibukkan e sorozat egy nagyszabású feltolódás mentén (3. ábra).

A terület rétegsora prekambriumi sóösszlettel kezdődik. Ez az evaporit megegyezik az arabiai Hormuz



3. ábra
Pakisztán szerkezeti térképe

összlettel. Erre nagy üledékhézaggal perm tillitek települnek. Az ezt követő, perm és triász korú kőzetek főként sekélytengeri törmelékes, részben karbonátos kifejlődésűek. Érdekességgént említjük, hogy megtalálható a felső-perm Bellerophonos mészkő is. A mezozoós rétegtant alapvetően a jura riftesedés befolyásolta. Ekkor alakult ki az indiai kontinens északi passzív szegélye. A riftesedés ÉNy-DK-i és erre merőleges vetők mentén jött létre. Az e fázisban keletkezett ciklikus üledékek az eusztatikus tengerszint-ingadozást tükrözik. E ciklusok homokkő, agyag, karbonát tagokból állnak. A paleogén üledékek eltérő, előtér helyzetben ülepedtek le. Az előtér-süllyedéket a Himalája első takarói hozták létre, amelyek ÉNy-ról érkeztek, így a vályú alapvetően ÉK-DNy-i csapású volt. A paleogén medencében az egyes területek fáciesei az előtérmedencében elfoglalt helytől függenek. A paleocén homokkővel, helyenként szenes agyaggal kezdődik, majd erre biogén, karbonátos szint települ, végül agyagok alkotják a medence fő üledék-kitöltését. E formáció tetején vastag eocén agyagok, gipszes összletek, só, anhidrit illetve karbonátok következnek. Az eocén karbonát – keménysége révén – a földtani szerkezeteket kitűnően jelzi a terepen. Végül a helyenként igen vastag neogén-kvarter üledékek egy K-Ny-i tengelyű megnyúlt vályúba rakódtak le. E vályú a miocén-pliocénbe folytatódó Himalája-rövidülés eredménye. A képződmények vastag folyóvízi sekélytengeri üledékek, melyek a kiemelt hegylánc lepusztulási termékei. Általánosan az összes kőzet (beleértve a legfiatalabbakat is) igen erősen kőzetté vált, kovás vagy karbonátos cementű. Az alábbiakban ismertetünk néhány, a szénhidrogén-földtan szempontjából kulcsfontosságú formációt (4. ábra).

Datta Formáció

A jura korú összlet ciklikus: homokkő és agyag-aleurolit váltakozásából épül fel. Helyenként vékonyabb meszes betelepülések is találhatók benne. A kereszttrétegzett, éretlen homok főleg kvarcból áll és kovás cementációjú. A feltárások és fúrások alapján a durva törmelékes frakció növekszik dél és nyugat felé. Az eredeti porozitást mind az agyagos mátrix, mind a kovás cement csökkentheti. A területen általános a 12-16% porozitás, de helyenként 17%-ot is mértek. A porozitás-értékek is növekvő tendenciát mutatnak dél felé. Potenciális és igazolt tároló kőzet. Az összlet akár 400 m vastag is lehet.

Samana Suk Formáció

Középső-felső-jura, szürkés, masszív mészkövek és fekete márgák ciklikus váltakozása alkotja. Az alsó, agyagos-márgás részét Shinawari Formációként is elkülönítik. A felső, inkább vastag pados, helyenként ooidos mészkövet Samana Suk Formációnak hívják. A sekély tengeri formáció normális össz-vastagsága 150-200 m és általában dél felé vékonyodik. Az ere-

deti pórusokat teljesen kitölti a karbonátos cementanyag. A formáció tetején vasas keménységszín és kis szögdiszkordancia található. Regionálisan tömörsége miatt záró szintként kezelendő.

Chichali Formáció

Az alsó-kréta összlet agyag, aleurolit és vékonyabb glaukonitos homokkőrétegek váltakozásából áll. Sok ősmaradványt tartalmazhat. Helyenként szerves anyagban dús, potenciális anyakőzetnek minősülő agyagrétegek is találhatók benne. Nagyon nehéz elkülöníteni a rá következő formációtól, az egyedüli határozó jelleg az agyagok viszonylagos dominanciája. Vastagsága változó, 20-70 m közt mozog. A homokkőes szakaszoknak lehet eredeti porozitása, de általánosan nem tároló jellegű kőzet.

Lumshiwal Homokkő

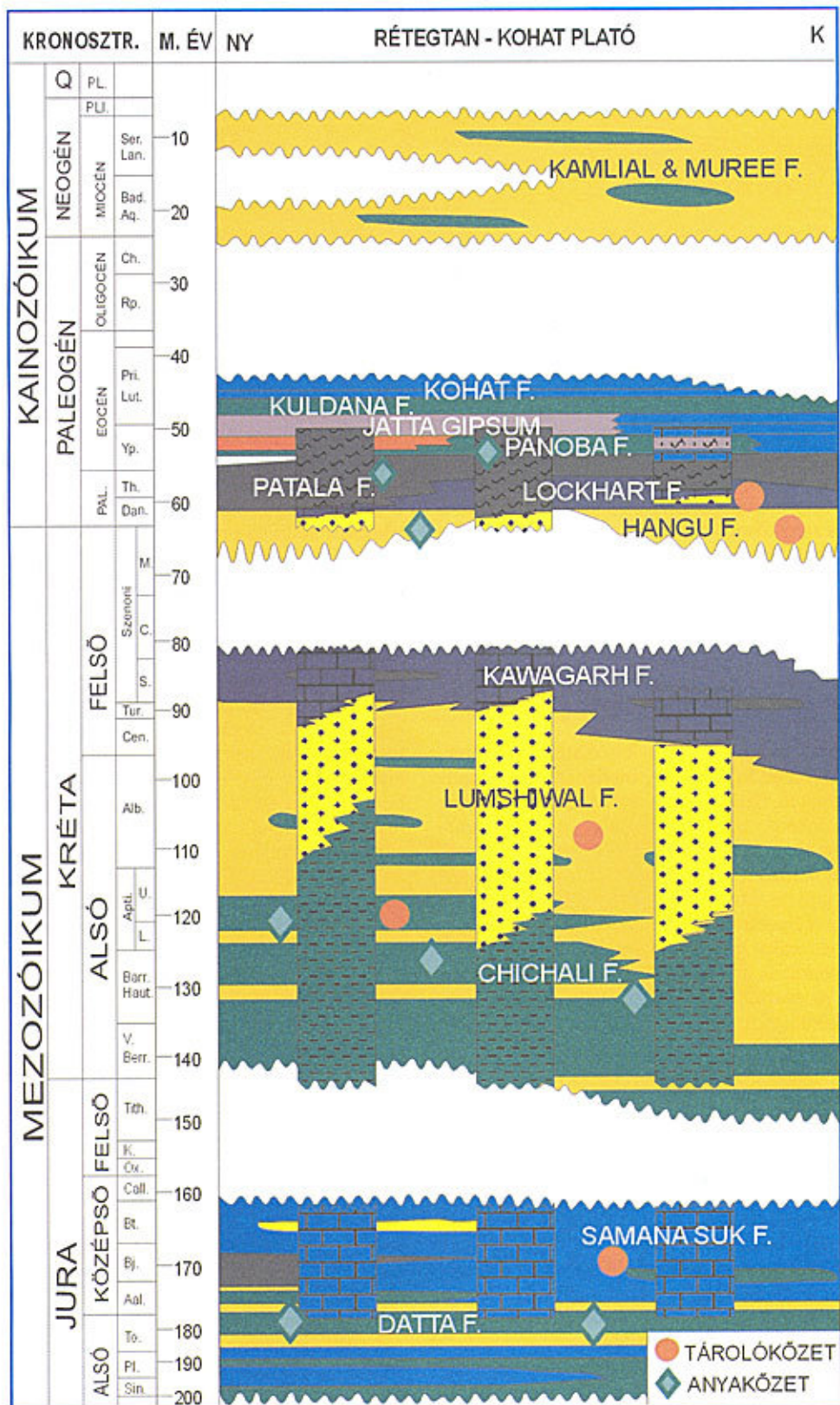
A felső-kréta Formáció a Chichaliból fejlődik ki. Erre a glaukonitos homokkő rétegek dominanciája jellemző, melyek közt vékonyabb agyagrétegek fordulnak elő. A kemény, jól cementált, főként kvarcból álló homokkőek északon elég tömöttek, de délen egyre jobb porozitásúak. A porozitás-értékek 6-15% közt mozognak. Potenciális és igazolt tároló kőzet. A normál vastagságadatok 70-210 m közt ingadoznak; dél felé kivékonnyodó tendenciával.

Darsamand-Kawagargh Formáció

A felső-kréta Formáció uralkodóan vékony pelágikus mészkőrétegek és márga váltakozásából áll. A formáció alsó részén a márga, a felső részén a mészkő domináns. A finom mészsizapban nincsenek eredeti pórusok. Eredeti vastagsága 150 m körüli, de a tetején lévő diszkordancia-felület mentén teljesen erodálódhat. Minél délebbre megyünk, annál intenzívebb ez az erózió. A formáció záró kőzetnek tekintendő. A tetején lévő nagy hiátus és diszkordancia miatt legfelső része fellazulhat, repedezhet, karsztosodhat; ilyenkor repedezett tároló lehet.

Hangu Formáció

A paleocén formáció a paleogén előtér-medence első képződménye. Nagy eróziós diszkordancia-felületet követ. A parti, sekélytengeri, kereszttrétegzett homokkő vastag padokból áll, melyek közé vékony agyag lemezek települhetnek. A kvarc-gazdag érett homokkő a bázisa közelében földpátot és helyenként szénrétegeket is tartalmazhat. Felfelé finomodik. Igen erősen kovásan, néhol karbonátosan vagy agyagosan-vasasan cementált, ami eredeti nagy pórustérfigatát lerontja. Porozitása 5-10% közt mozoghat. Potenciális és igazolt tároló kőzet. Vastagsága néhány m és 60 m közt változhat.



4. ábra
A terület geológiai rétegsora

A paleocén sötét mészki vastagpados, lencsés ki-fejlődésű. Biogén elegyrészekben gazdag, sekélytengeri képződmény. 40-170 m vastag tömött formáció, mely repedéseiben, kicsiny eredeti pórusterekben tárolhat. Összefogazódik és a medence-belsőben helyettesítődik a Patala Agyaggal.

Patala és Panoba Formációk

A paleocén Patala Formáció alapvetően agyagos-aleuritis rétegekből áll. A sötét finomtörmelékbe időnként átülepített vékonyabb karbonát és homokos padok-rétegek települhetnek. Helyenként kovavagy mélytengeri konglomerátum rétegeket is tartalmaz. ÉNy- felől DK felé vékonyodik és a szegélyek felé a karbonátos anyag mennyisége megnő. Helyenként szerves anyagban gazdag (2.5% TOC), ezért potenciális anyakőzet. Vastagsága igen változó (350-1000 m). Nagymérvű tektonizáltsága ellenére kitűnő regionális záró kőzet. Az eocén Panoba Formáció fekete, zöld agyagokból, s azokkal váltakozó vékony márga-gipsz-karbonátrétegekből áll. Ny felé vékonyodik. Eredeti vastagsága változó, akár a 200 m-t is elér; igen nehéz elkülöníteni az alatta lévő Patala formációtól.

Bahadur Khel Só és Jatta Gipsz

Az eocén agyagok teljesen feltöltötték az előtér-medencét. Az elzáródó sekély medencében evaporitok keletkeztek. Ezek kísérőjeként vörös terasztrikus agyagok, fekete, szervesanyag-dús agyagok jelentkeznek. Az evaporitok általános elterjedésűek. A medence különböző részein, fáciestől függően, hol gipszet, hol gipszet és só találunk. Ezek helyenként, az eredetileg mélyebb részekről hiányozhatnak is. A só-rétegek tektonikai igénybevételre igen vastag dómokat, diapírokat is alkothatnak (Bahadur Khel bánya: 1500 m!). Az evaporitos medence elterjedése viszonylag jól körülhatárolható. Az evaporitok regionális zárókőzetek.

Kohat Formáció

A felső-eocén Kohat mészki egy 50-400 m vastag mészki-pad, mely nummuliteszket tartalmaz. E mészki keménységével elüt az őt környező puhább kőzetektől és ez alkotja a koncessziós terület összes hegygerincét, kőbördáját. Helyenként szén, szerves anyagban dús agyagok rétegződhetnek közbe. Tetején markáns diszkordancia-felület található. Kisebb karsztosodás is lehetséges, de tároló kőzetként nem jön szóba, mivel kint van a felszínen.

A Kohat mészkióvet diszkordancia után miocén-pliocén üledékek követik. Ezek közös jellemzője az igen nagy vastagság, az erős cementáltság és az uralkodóan folyóvízi fációs. Az üledékek vörös-zöld színűek. Helyenként a keményebb padok gerinceket al-

kotnak a tájban. A vastagságok igen eltérőek lehetnek és összefüggnek az előtér időbeni vándorlásával, geometriájának változásával.

SZERKEZETEK

A TAL kutatási blokk környezetére nagy általános-ságban a K-Ny-i csapású redők és feltolódások dominanciája jellemző, de ettől kismértékben eltérő irányú redő tengelyek is észlelhetők. E szerkezeteket legjobban a Kohat mészki kibukkanásai rajzolják ki mind az űrfotón, mind a geológiai térképen (1. ábra). A terület déli szerkezeti határa egy nagyszabású feltolódás (Karak), mely a Tal blokk déli határa közelében (attól délre) húzódik (2. ábra). A Kohat platót nyugatról az ÉÉK-DDNy csapású Kurram eltolódás határolja. E jelentős törés a litoszféra méretű Quetta-Chaman balos eltolódási rendszer egyik eleme (2. ábra, 3. ábra). E szerkezet köti össze a Makram szubdukciós zónát a Himalája kollíziós orogénjével (3. ábra). A Kurram törés egyben egy tengeri eredetű takarós összetet is határol, mely a terület mezozoikumára-paleogénjére tolódik.

A déli vergenciájú feltolódások a területen három fő lenyészési zónából (detachment) erednek: az alsó prekambriumi sóösszetből vagy ennek helyettesítő fációséből, a felső-paleocén agyagokból és az eocén evaporitokból. Mechanikai szempontból a teljes rétegsort három szeletre lehet bontani: a paleozoós-alsó paleocén összetre (Pcm-Lockhart), a felső paleocén-alsó eocén összetre (Patala+Panoba+evaporitok) és a felső-eocén-pliocén összetre (Kohat-pliocén). Mindhárom szelet mechanikailag különböző módon viselkedik, s ezért a bennük lévő szerkezetek is eltérő helyzetűek és jellegűek. Ez azt jelenti, hogy a felszíni képből nem következtethetünk közvetlen módon az alsó szelet szerkezetére.

A felső, eocén-neogén tektonikai szelet viselkedését legjobban az űrfotóról lehet megítélni. A déli területen a Kohat mészki evaporit (gyakran kőso) diapír magvú kisebb redőkbe van gyűrve. A terület északi részén a redők ugyanilyen, doboz stílusúak és szintén meredek szárnyúak. A terület bizonyos részein, különösen a DK-i határhoz közel a nagyobb redőkre kisebbek ülnek (2. ábra). E kisebb redők NYÉNy-KDK-i csapásúak és kulisszásan vannak elrendezve. A terepen, az űrfotón és a szeizmikus szelvényeken is látszik, hogy a Kohat antiklinálisokat feltolódások határolják. A nagyobb redők É-D-i rövidülési térben jönnek létre, míg a kulisszás elrendeződésű szerkezetek egy, KNY-KÉK-NyDNy-i zóna menti balos nyírási komponensre engednek következtetni.

A célobjektumokat tartalmazó alsó tektonikai szelet déli vergenciájú pikkely-redőkbe van gyűrve; a pikkelyek jelentősen egymásra vannak halmozva. Ezek a feltolódások, frontális rámpák emelik ki az antiformokat. A területen több olyan pászta van, amely regionális antiformokat alkot, s amelyeket nagyobb, pale-

gégénél és neogénenél kitöltött szinformok választásnak el (5. ábra). A legészakibb pásztát Amoco-s fúrásokkal feltárták. A legdélebbi pásztát ítélte a MOL Rt. szakember-gárdája a kutatásra legmegfelelőbbnek és itt is találtak a jelentős CH vagyont. Ez az antiform részben feltolódik az előterében lévő igen mély szinformra. Ennek a CH generáció miatt van elsődleges jelentősége. A szeizmikus szelvények alapján megállapítható, hogy a legdélebbi, Himalája-rendszerhez tartozó feltolódások, pikkely-sorok jóval délebbre találhatók a MBT-nél.

A két mechanikai szelet együttes viselkedését szemlélve megállapítható, hogy uralkodó az É-D irányú rövidülés. A kulisszás redők, a feltolódások irányba azt sugallja, hogy erre az általános rövidülésre egy ÉK-DNy-i irányú második rövidülés ült rá, s ez hozta létre a nagyszerkezetek menti nyírásos szerkezeteket. E következtetésnek szintén van szénhidrogén-földtani jelentősége. A nyírásos komponens ugyanis olyan repedéshálózatot hozhat létre a potenciális tárolókban, amely azok permeabilitását javítja.

A terület szerkezetei főként a miocén-pliocén folyamán keletkeztek. A korábbi, takarós áttolódásokhoz kapcsolódó paleocén rövidülés jelei biztosan jelen vannak, de nem különíthetők el egyértelműen. A szerkezetalakulás az utolsó 5 millió évre valószínűsíthető.

SZÉNHIIDROGÉN-FÖLDTANI KÖVETKEZTETÉSEK

A Manzalai-1 fúrás eredményei

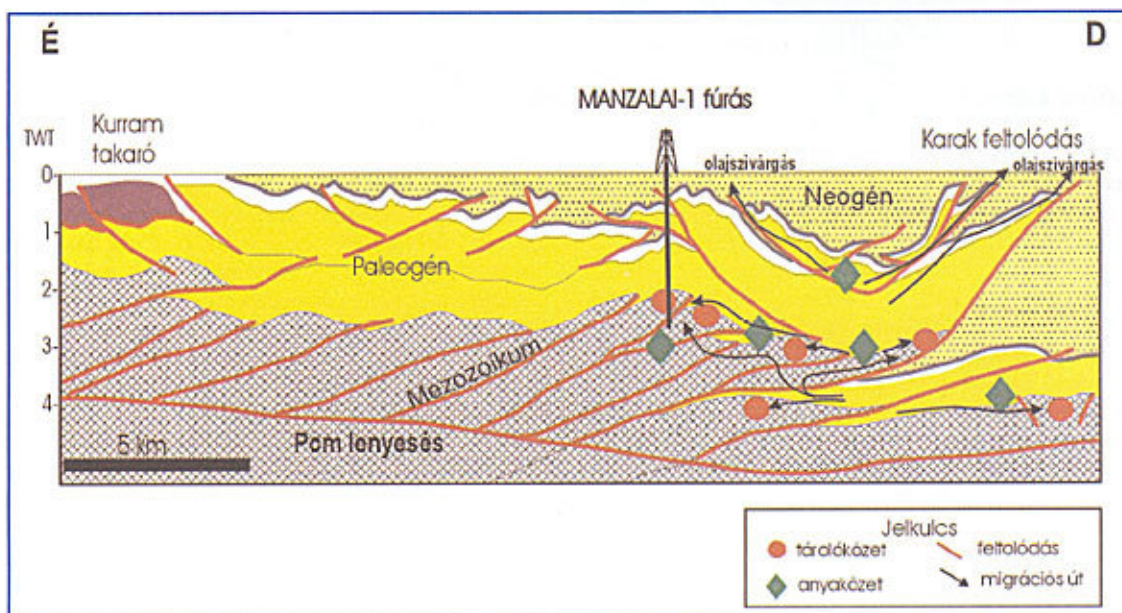
A MOL Rt. vezette konzorcium az alsó szerkezeti szeletet tekintette kutatási célnak. Itt a két mezozoós

homokkő tároló (Datta és Lumshiwai), valamint a paleocén Hangu homokkő számított elsődleges célpontnak. A tározótér a szeizmikus szelvények tanúsága szerint egy komplex antiform legfelső pikkelyében található. A K-Ny-i irányban elnyúlt szerkezet általános zárását a Patala agyag adja. A "kiemelt" helyzetnek köszönhetően a célt 3700 m mélységben sikerült elérni, s a Datta homokkő tetejét 4500 m körül értük el.

A prognózishoz képest a rétegsort – ismétlés nélkül – a vártnál nagyobb vastagságban harántoltuk. Min később kiderült, ennek az volt a magyarázata, hogy a pikkely-redő homlokába, meredeken délre dőlő szárnyba szaladt a fűr. A várt homokkőves tárolók közül a Hangu és a Lumshiwai produktívnak bizonyult, a Dattát nem sikerült homokos fáciesben elérni. A várt tárolókon kívül szépen termelt az erősen repedezett Lockhart mészkő is. A tárolt szénhidrogén elsősorban magas metán-tartalmú CH-gáz (minimális inert tartalommal), de ehhez kondenzátum is csatlakozik. A gáz kereskedelmi értékesítése a közeljövőben megkezdődik.

Anyaközetek, érettség

A Manzalai-1 fúrásban megtalált gáztelep, a szomszédos olajtelepek valamint a blokk területén észlelt számos felszíni szénhidrogén-szivárgás alapján állítható, hogy a területen aktív szénhidrogén-rendszer működik. A Manzalai szerkezet és a tőle keletre húzódó további potenciális szerkezetek szénhidrogén-generáló területe valószínűleg délre, az Achmad Zai szinformban található. Mivel a szinform-medence északi és déli szárnyain is produktív fúrások vannak, az egész déli (Manzalai) antiform igen jelentős szén-



5. ábra Szénhidrogén-földtani modell

hidrogén-potenciálal bír (5 ábra). Felszíni közetmintákat, továbbá a Manzalai-I fúrásból vett furadék- és magmintákat vetettünk alá részletes geokémiai vizsgálatoknak. A felszíni minták elemzése alapján a terület legjobb anyaközei a paleocén Panoba-Patala (max. TOC 2,5 %), a Hangu szén (6,5 és 10 % TOC), a kréta Chichali agyag (TOC 1-10 % között), a jura Datta agyagos részei (3 % TOC) és az eocén Jatta Gipsz (TOC akár 14 %) Formációk. Ezek közül a Panoba-Patala agyag, a Datta agyagos összletei és a Jatta Gipsz alkotnak nagy kiterjedésű, regionális anyaközet-testet. A Panoba-Patala szerves anyag tartalma nem kiugróan magas, de hatalmas térfogatú.

A furadékokból végzett Rock-Eval elemzések segítségével a Manzalai-I fúrás szelvényében szintén a paleocén Patala, a kréta Chichali, illetve a jura Datta Formációkon belül nagyobb vastagságú anyaközet-szakaszokat sikerült találni. A felsorolt formációk közül a Rock-Eval analízisek során mért hidrogén indexek alapján a Patala anyaközetek között fordultak elő olyanok, amelyek olaj-generáló típusú kerogént tartalmaztak. Az idősebb (kréta-jura) anyaközetek magas, de még az olaj-ablakon belüli érettségük. Ezek a magasabb érettség miatt gáz-generáló típusú kerogént valószínűsítene. A fiatalabb formációk természetesen éretlenebbek voltak. Az érettségi mutatók tehát a rétegsorban felfelé csökkenő értékeket eredményeztek.

A paleocén illetve a kréta-jura anyaközetek által generált szénhidrogéneknek van lehetősége arra, hogy a potenciális tároló-képződményekbe migráljanak. Helyzetük miatt a Jatta anyaközetben keletkezett szénhidrogének a felszín felé szivárognak, jelentkezésük az idősebb tároló-képződményekben a vastag Panoba-Patala pelit-testek miatt kizárható. Modelünk szerint tehát a megfúrandó szerkezeteknek a Manzalai-hoz hasonlóan a fő anyaközei a paleocén Panoba-Patala valamint a kréta-jura korú agyagok.

Tároló kőzetek

A környékbeli felszíni vizsgálatok és fúrások alapján valamint a Manzalai-I-ben harántolt tárolóösszletek ismeretében négy jelentős tároló formációt említhetünk a MOL kutatási területén, ezek a következők: a jura korú Datta Formáció homokkő összlete, a kréta Lumshwal Homokkő, a paleocén Hangu Formáció homokos összletei valamint a közvetlenül felette települő biogén, sekélytengeri karbonátos Lockhart Formáció, amely a fő tározókőzetnek bizonyult a megfúrt halmaztelepben. Mivel a cementáció általánosan erős a területen, és ez jelentősen csökkenti a porosztérfogatot, a tárolók többnyire alacsony mátrix porozitással rendelkeznek. Nagymértékben javíthatja viszont a tároló-tulajdonságokat az általános töredezettség és a tektonikus fellazulás.

Záró kőzetek

A mezozoós-paleocén tárolókőzetek általános záró

köze a vastag paleocén Panoba-Patala agyagos sorozat. Annak ellenére, hogy igen tektonizált, regionális elterjedése és nagy vastagsága általános és kitűnő zárást biztosít. Ha ez nem lenne elegendő, az ezt burkoló, szintén általános elterjedésű eocén evaporitos összlet (Jatta só, gipsz) is kiváló záró kőzet. A Manzalai-I szerkezet zárását is a vastag, átjárhatatlan paleocén agyagok alkotják.

A vetők/feltolódások megítélése zárás szempontjából kettős. A paleocén agyagokon belül teljesen záró felületeknek tűnnek, ugyanakkor a mezozoós-alsó paleocén sorozaton belül feltehetőleg vezetik a CH-t a Manzalai-I fúrásban is bizonyos gáz-beáramlások/nyomok feltolódási felületekhez köthetők. Az igen erős igénybevétel következtében tehát a mezozoós összleten belüli egyes záró szintek repedések, törések mentén átjárhatók, így a CH szabadon migrálhatott a tározókba.

ÖSSZEZÉS

Az igen bonyolult szerkezeti felépítésű területen a MOL RT. vezette kutatási konzorcium szeizmikus szelvények és felszíni geológiai elemzés után sikeres fúrási helyszínt jelölt ki. Ez egy regionális antiformon található, amely korábban feltolódott pikkelyeket gyűr. A kompresszív deformáció Eurázsia és India É-D-i konvergenciájának eredménye. Az általános É-D-i rövidülés mellett kisebb eltolódási események is zajlottak, amelyek törések révén jelentősen javították a mezozoós-paleocén tárolókőzetek porozitás/permeabilitás tulajdonságait.

A megkutatott szénhidrogén mély, a pliocénben betemetődő előtér-medencéből, feltehetően mezozoós és paleocén agyagokból származik. A betemetődést csak növelhetette, hogy a feltolódások és antiformok előterében szinformatik keletkeztek. A migrációs pályák szintén a feltolódások hatására lerövidültek: a konyha és szerkezeti csapda egymáshoz közel kerültek. A deformáció során a ridegbb kőzetekben keletkező törések elősegítették a szénhidrogének vándorlását. A területen egymás felett két vastag, képlékeny kőzet-összlet: paleocén-eocén agyagok és eocén evaporitok találhatók. E képlékeny kőzetek hatékonyan elválasztják a felszíni kőzet-egységeket a tároló alsó egységektől. Ez az elválasztás nem csak szerkezeti szempontból, hanem a szénhidrogén visszatartása, a vándorlási pályák zárása szempontjából is igen fontos.

A Himalája keletkezése tehát közvetve, de nagyon is konkrét módokon jelentős szénhidrogén-vagyon felhalmozódásához vezetett. Remélhetőleg a MOL RT. vezette konzorcium egyre több és pontosabb földtani információ birtokában (3D szeizmika) sikerrel találja meg és aknázza ki e vagyont.

- MCDUGALL, J.W. AND HUSSAIN, A. 1991: Fold and thrust propagation in the western Himalaya based on a balanced cross section of the Surghar Range and Kohat Plateau, Pakistan. *AAPG Bulletin*, v. 75: 463-478
- MCDUGALL, J.W. AND KHAN, S.H. 1990: Strike slip faulting in a foreland fold-thrust belt: the Kalabagh fault and western Salt Range, Pakistan. *Tectonics*, v.9: 1061-1075
- MEISSNER, C.R., MASTER, J.M., RASHID, M.A., HUSSAIN, M. 1974: Stratigraphy of the Kohat quadrangle, Pakistan. *USGS Professional Paper 716-D*, 30
- MEISSNER, C.R., HUSSAIN, M., RASHID, M.A., SETHI, U.B. 1975: Stratigraphy of the Parachinar quadrangle, Pakistan. *USGS Professional Paper 716-F*, 24
- PENNOCK, E.S.R., LILLIE, R.J., ZAMAN, A.S.H., YOUSAF, M. 1989: Structural interpretation of seismic reflection data from eastern Salt Range and Potwar Plateau, Pakistan. *AAPG Bulletin*, v. 73: 841-857
- PIVNIK, D.A. AND SERCOMBE, W.J. 1993: Compression and transpression related deformation in the Kohat plateau. In: M.P. Searle and P. Treolar (eds.) *Himalayan tectonics*. *Geol. Society Spec. Publ.* 44: 559-580

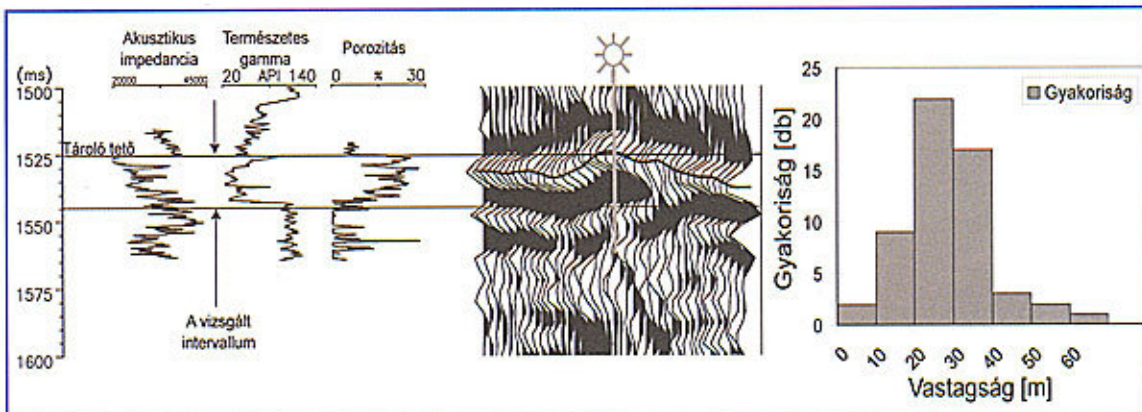
EGY GÁZTELEP ÁTLAGOS POROZITÁS ELOSZLÁSÁNAK BECSLÉSE TÉRKÉPMENTI SZEIZMIKUS ATTRIBÚTUMOK ALAPJÁN

Zahuczki Péter – MOL Rt. Kutatás - Termelés

BEVEZETÉS

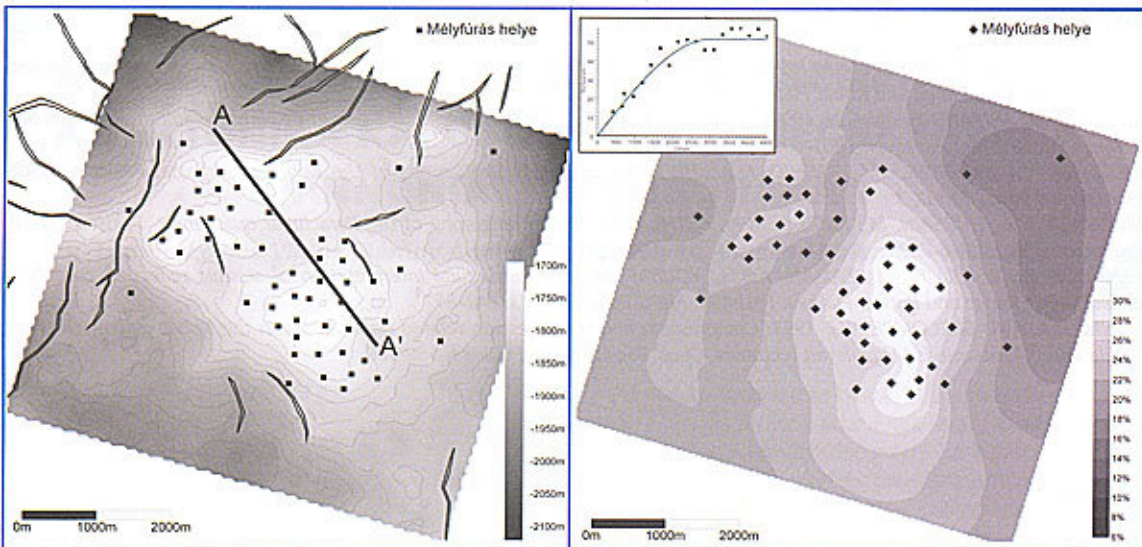
Egy szénhidrogén-reservoár optimális és gazdaságos termeltetésének kialakításához szükséges a tárolóter ismerete a kutak közötti térrészekben is. A klasszikus geostatistikai tárolómodellezés (variogram modellezés, krigelés, szimuláció) megfelelő megoldást nyújt olyan esetekben, ahol elég nagy számú fúrás áll a rendelkezésünkre. Azoknál a termelő telepeknél, ahol nincs elégséges számú fúrás a geostatistikai számítások elvégzéséhez, vagy a meglévő

fúrásűrűség kicsi a telepre jellemző geológiai változékonyság modellezésére, valamilyen kiegészítő adatrendszert kell felhasználni. Kézenfekvő, hogy ahol rendelkezésünkre áll 3D szeizmikus mérés, ott a szeizmikus adatokat nem csak a tároló-struktúra megadására, hanem a tároló-paraméterek becslésére is felhasználhatjuk a statikus rezervoár-modell építése során (SCHULTZ et al. 1994). A bemutatandó esettanulmány egy hazai gáztelep átlagos porozitás eloszlásának térképmenti szeizmikus attribútumokból történő becslését mutatja be.



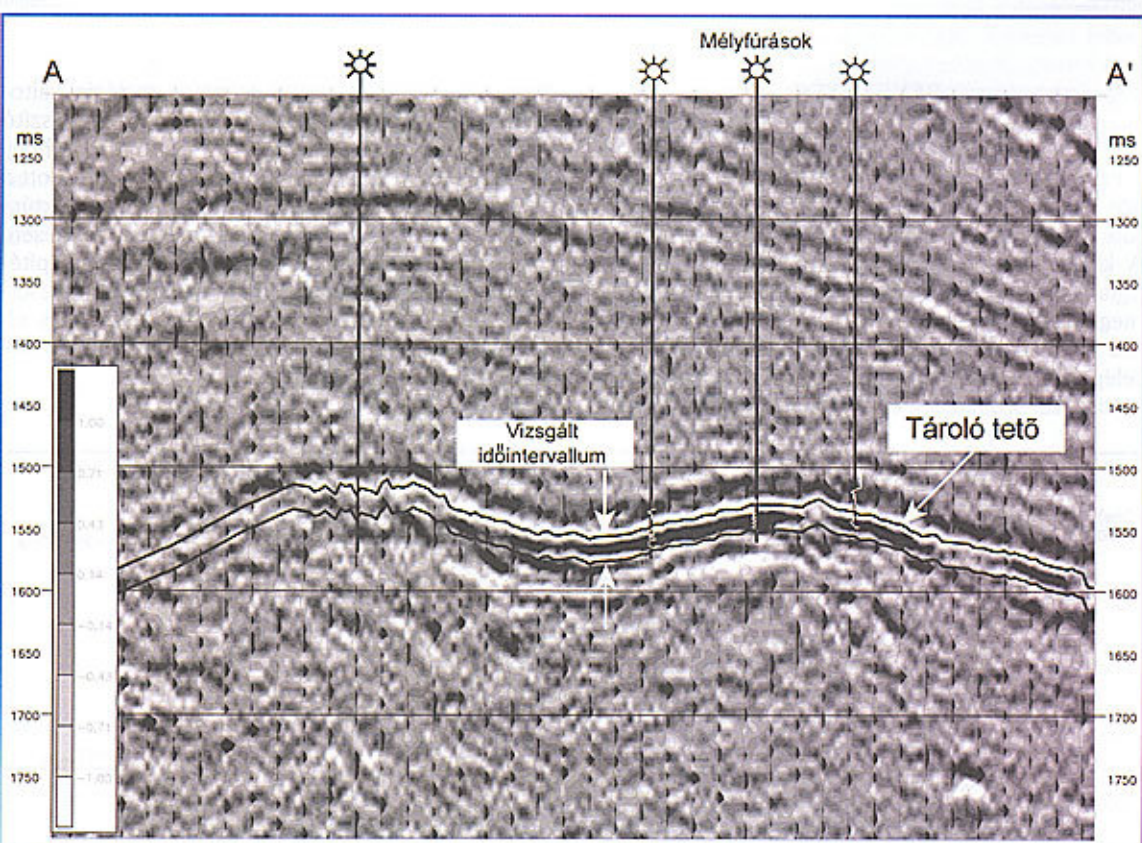
1. ábra

A telep vastagsága és a választott időintervallum a karotázs és szeizmikus kép alapján



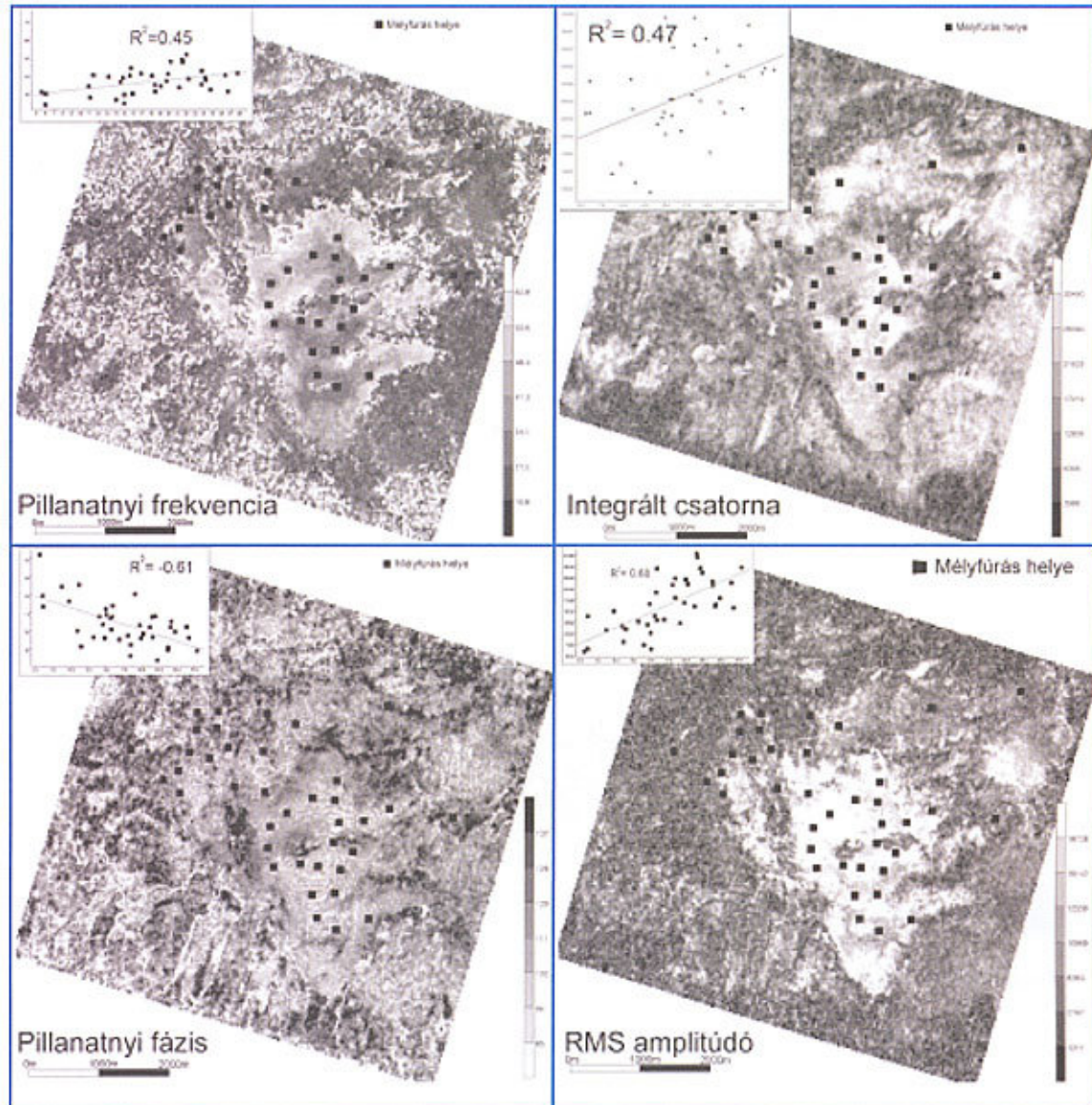
2. ábra

A tároló tető mélységtérképe [m] (bal) és a fúrési adatokból szerkesztett porozitás [%] térkép (jobb)



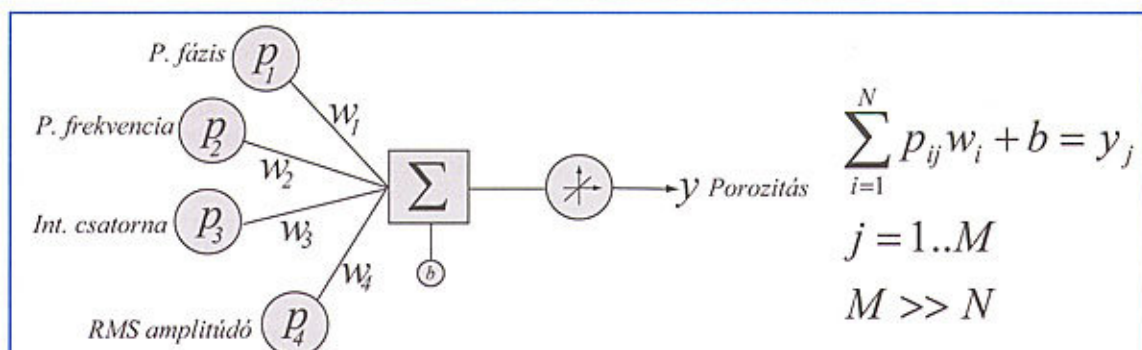
3. ábra

Csapás irányú szeizmikus időszelvény, az analízis céltartományával



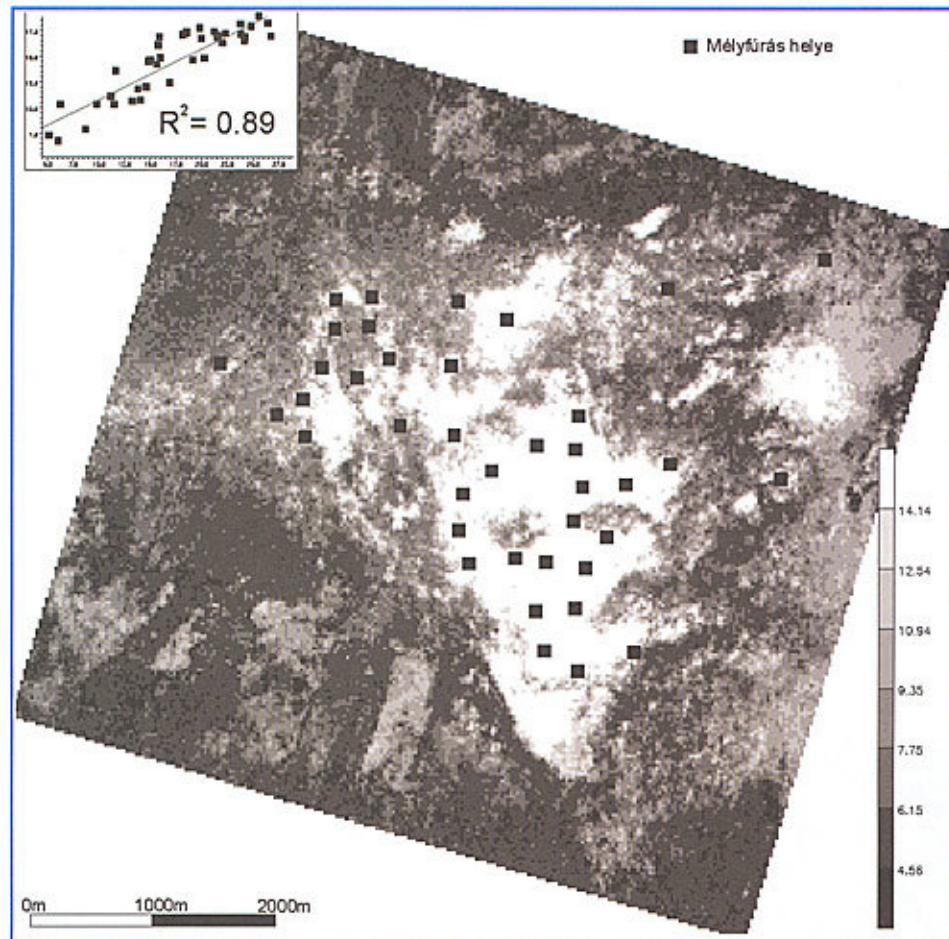
4. ábra

Jól korreláló szeizmikus attribútum térképek. A cross-plotok vízszintes tengelyén a porozitás [%], függőleges tengelyén az adott attribútum fúrásnál lévő értéke látható.



5. ábra

Multi-lineáris attribútum transzformáció



6. ábra

A multi-lineáris attribútum transzformáció eredménye. A cross-plot mindkét tengelyén porozitás [%] jellegű adatokat látunk. A vízszintes tengelyen a kutakból számított, a függőleges tengelyen a multi-lineáris transzformáció eredményéből a fúrások helyén számított porozításokat látjuk

A telep fő kőzetalkotója alacsony akusztikus impedanciájú, jó porozitású miocén Rákosi Mészke, amely a felette elhelyezkedő alsó pannóniai márga segítségével a szeizmikus méréseknél jól követhető, marker jellegű felületet eredményez. A rendelkezésünkre álló több mint 50, a tárolót harántoló mélyfúrás alapján elmondhatjuk, hogy a Rákosi Mészke átlagos vastagsága 20-30m közé tehető, amely az adott mélységviszonyokat is figyelembe véve, 12-16 ms szeizmikus időtartományt jelent (1. ábra). A telep átlagos porozitása 20-25%-ra tehető.

és a telepet harántoló 42 fúrás értelmezett petrofizikai porozitás adata. A karotázs adatok alapján fúrásoként kiszámíthatók a telepre jellemző porozitás átlagok (2. ábra).

Az adott 3D szeizmikus mérés vertikális felbontásához igazodva, az időtartománybeli szeizmikus attribútum-vizsgálatokhoz választott intervallum 20 ms volt, az értelmezett tároló-tetőtől mérve. A választott intervallumot jól szemlélteti a 3. ábrán látható szeizmikus szelvény, melynek csapásirányát a 2. ábra mélységtérképén láthatjuk.

KIINDULÁSI ADATOK

A vizsgálatok megkezdéséhez rendelkezésemre állt egy valódi amplitúdókat megőrzött, migrált 3D szeizmikus adattömb, a tároló-tető értelmezett időtérképe a főbb tektonikai elemek feltüntetésével (2. ábra),

ATTRIBÚTUM ANALÍZIS

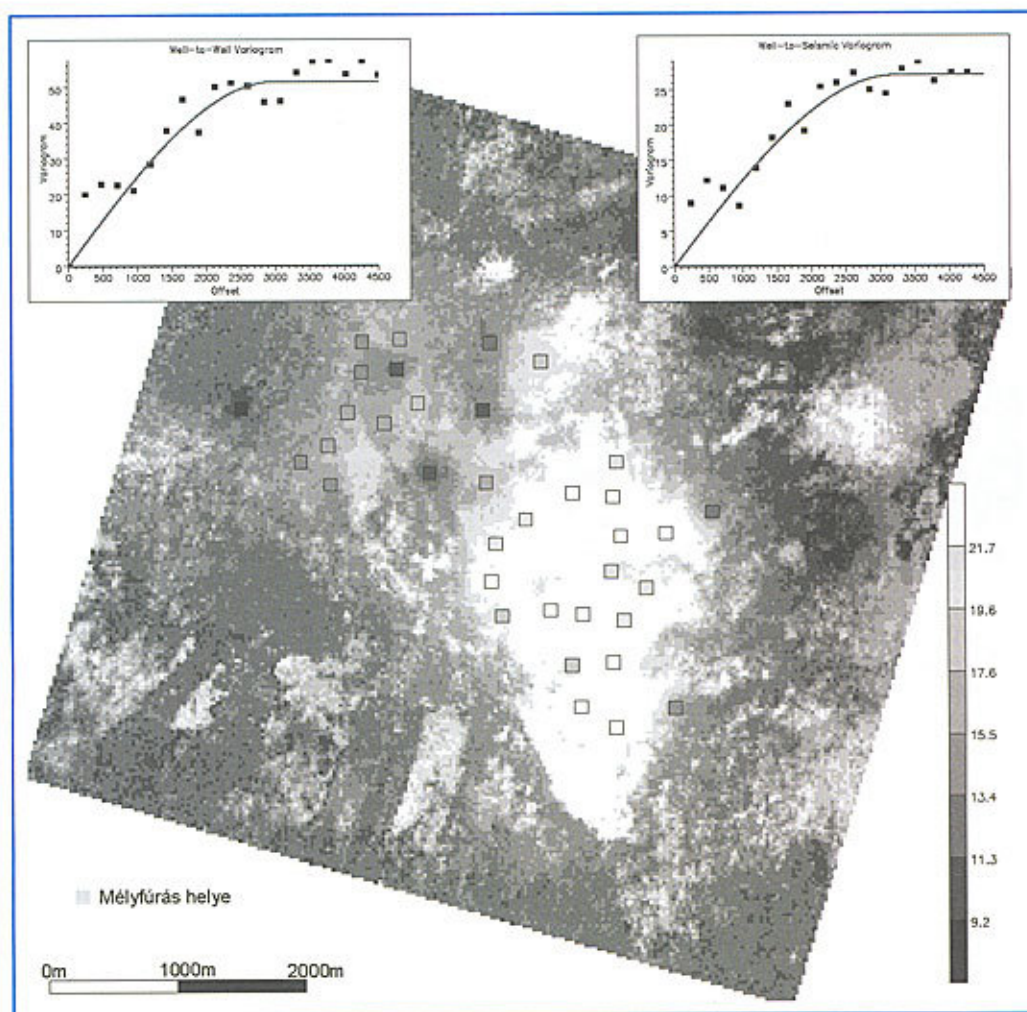
Első lépésként kiszámítottam az összes – a szeizmikus értelmező programcsomagok által meghatározható – térképminti szeizmikus attribútumot, a tároló-tetőtől mért 20 ms-os konstans intervallumban.

Ezek az attribútumok magukba foglalták a komplex szeizmikus csatorna attribútumait (TANER et al. 1979), statisztikai attribútumokat, a szeizmikus csatornák különböző spektrális összetevőit. A fúrások helyén kiszámított attribútum értékek és az adott fúrás átlag-porozitása alapján meghatároztam az adatok közötti korrelációt. A korrelációs együtthatók segítségével rangsoroltam az attribútumokat. A szeizmikus attribútumok között keresztkorrelációt számítottam, hogy a rangsorolt listában csak a statisztikailag független adatok maradjanak. A függetlenített rangsor első négy helyezettjét a 4. ábrán láthatjuk.

Ha a fúrási és a szeizmikus adatok között szoros lineáris korreláció mutatkozik, akkor a geostatistika eszköztárában megfelelő eljárásokat találunk az adataink integrálására (DOYEN 1998). Ideális esetben a szeizmikus attribútumok és a fúrási adatok között 50-60% korreláció tapasztalható. Ez a korreláció elegendő lenne a geostatistikai módszerek (co-krigelés,

sztokasztikus szimuláció) alkalmazásához, de a szeizmikus adatokból kinyerhető információ maximalizálására törekedve ún. multi-lineáris transzformáció (HAMPSON et al. 2001) segítségével próbáltam meg a fúrási és a szeizmikus adatok közötti korrelációt javítani.

A multi-lineáris transzformáció működési mechanizmusát az 5. ábrán láthatjuk. Ha "P" a fúrások helyén meghatározott szeizmikus attribútum, és "M" a fúrások száma és "N" a jósláshoz felhasznált attribútumok száma, akkor az ábrán látható lineáris egyenletrendszer a súlyokra nézve túlhatározott, és optimalizációs eljárásokkal megoldható. Az egyenletrendszer kiszámított súlyvektora ezután az attribútum adattér minden pontján alkalmas a porozitás becslésére. A multi-attribútum transzformáció eredménye a 6. ábrán látható. A fúrási és a szeizmikus adatokból származtatott porozítások közötti korreláció több mint 20%-kal javult.



7. ábra
Co-krigelt integrált porozitás [%] térkép

A transzformált adatrendszer megbízhatóságát kereszt-validációs vizsgálatokkal (TODOROV et al. 1998) ellenőriztem. A validáció folyamán egy-egy kút porozitás adatát kihagytam az analízisből (mintha azt le sem fúrták volna) és nélküle próbáltam meg a saját térképbeli helyére porozitást becsülni. Ezt a tesztet az összes kútra elvégezve, meghatározható a porozitás becslés átlagos validációs hibája, ami a tényleges és a becsült adatok közötti eltérést számszerűsíti. A bemutatott esetben a tényleges becslés és a validációs becslések közötti eltérések nem haladták meg az 5%-ot, amely alapján elmondható, hogy a becsült adatrendszer megbízhatóan jelzi a porozitás térképminti változásait.

A transzformált adatrendszer egy lehetséges geostatistikai alkalmazását a 7. ábrán mutatom be, ahol a fúrási adatok (elsődleges) és a multi-attribútum (másodlagos) adatok felhasználásával szerkesztett integrált porozitás térképet láthatjuk. Ez a térkép tö-

kéletesen illeszkedik mind a fúrási, mind a szeizmikus információkra. Ha összehasonlítjuk a 2. ábrán közölt fúrási adatokból szerkesztett porozitás térképpel, akkor az integráció erejét, a térképi felbontást növelő lehetőségét, nem kell hosszasan ecsetelnem.

ÖSSZEFOGLALÁS

A bemutatott számítási technika segítségével sikerült a fúrási és a szeizmikus adatok közötti korrelációt lényegesen megnövelni. Az eredményül kapott multi-attribútum térkép jó kiindulási lehetőség a geostatistikai számításokhoz. A szeizmikus adatokkal integrált porozitás térkép megfelelő alapadata lehet a mezőt érintő jövőbeni döntéseknek (pl: fúrástervezés, technológia-tervezés), és a telep jövőjét vizsgáló áramlási szimulációk geológiai modelljének.

IRODALOMJEGYZÉK

- DOYEN, P. M. 1998: Porosity from Seismic Data: A Geostatistical Approach, *Geophysics*, 53, no. 10. 1263-1275
- HAMPSON, D., J.S. SCHUELKE, J.A. QUIREIN 2001: Use of multiattribute transforms to predict log properties from seismic data: *Geophysics*, 66, 220-231
- SCHULTZ, P.S. S. RONAN, M. HATTORI, C. CORBETT 1994. Seismic-guided estimation of log properties, Part 1: A data-driven interpretation methodology. *The Leading Edge*, May 1994; Part 2: Using artificial neural networks for nonlinear attribute calibration. *The Leading Edge*, June 1994; Part 3: A controlled study. *The Leading Edge*, July 1994
- TANER, M. T., F. KOEHLER, R.E. SHERIFF 1979: Complex seismic trace analysis: *Geophysics*, 44, 1041-1063
- TODOROV, T., R. STEWART, D. HAMPSON, B. RUSSELL 1998: Well Log Prediction Using Attributes from 3C-3D Seismic Data', *Expanded Abstracts, 1998 SEG Annual Meeting*



JOGI TALLÓZÓ

Dr. Udránszky Kornélia – MGSZ

- Megjelent a 8/2004. (XII. 1.) EÜM-FVM-KvVM-GKM együttes rendelet az egyes veszélyes anyagok és veszélyes készítmények kivételével, ill. behozatalával összefüggő bejelentési eljárás részletes szabályairól. (MK 181/2004.)
- Módosította a 41/2000. (XII. 20.) EÜM-KÖM együttes rendeletet az egyes veszélyes anyagokkal ill. veszélyes készítményekkel kapcsolatos egyes tevékenységek korlátozásáról szóló 13/2004. (XII. 25.) EÜM-KvVM együttes rendelet. (MK 200/2004.)
- Megjelent a környezetvédelmi és vízügyi miniszter 27/2004. (XII. 25.) KvVM rendelete a felszín alatti víz állapota szempontjából érzékeny területeken levő települések besorolásáról. (MK 200/2004.)
- Módosította a 270/2003. (XII. 24.) Korm. rendeletet az egyes környezet terhelési díjak visszagigénylésének, a kibocsátott terhelő anyag

menyiség meghatározás módjáról, valamint a díjfizetés áthárításának szabályairól a 363/2004. (XII. 26.) Korm. rendelet. (MK 201/2004.)

- A 364/2004. (XII. 26.) Korm. rendelet módosította a települési hulladékkal kapcsolatos tevékenységek végzésének feltételeiről szóló 213/2001. (XI. 14.) Korm. rendeletet. (MK 201/2004.)
- Módosította a 367/2004. (XII. 26.) Korm. rendelet a felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Korm. rendeletet. (MK 201/2004.)
- 7/2005. (III. 1.) KvVM rendelet módosította a felszín alatti víz állapota szempontjából érzékeny területeken levő települések besorolásáról szóló 27/2004. (XII. 25.) KvVM rendeletet. (MK 26/2005.)
- A bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvényt módosította a 2004. évi CXXXVIII. törvény. (MK 203/2004.)
- Megjelent a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló 2004. évi CXL törvény, amely 2005. november 1-től hatályon kívül helyezi az államigazgatási eljárás általános szabályairól szóló 1957. évi IV. törvényt. (MK 203/2004.)



BESZÁMOLÓ AZ EUROGEOSURVEYS ÉS A FOREGS 2004. OKTÓBER 5-9-I BERLINI ÜLÉSÉRŐL

Breznyánszky Károly – Hámor Tamás

Az ülésen a meghívott előadókkal együtt mintegy 40 fő vett részt. Magyarországot Breznyánszky Károly és Hámor Tamás képviselte.

A kiutazás és a rendezvény első napjának estéjén a német föderális földtani szolgálat (BGR) Berlin-Spandau-i fiókját mutatták be, illetve az itt elhelyezett földtani gyűjteményt, majd rövid fogadásra került sor.

Az ülés a BGR felügyeleti szervének, a Gazdasági és Munkaügyi Minisztériumnak a székházában került megrendezésre, ahol az Energia Főosztály vezetője tartott megnyitó beszédet. Ezután a FOREGS ülésére került sor, ahol áttekintették a tagállamok földtani szolgálatainak helyzetét. Megállapítható, hogy kedvezőtlen események történtek az elmúlt évben, pl. portugál szolgálat betagozódása a nemzeti kutatási szervezetbe, az olasz szolgálat integrálódása a nemzeti környezetvédelmi és műszaki ügynökségbe, a luxemburgi szolgálat eliminálása. Pozitívum, hogy a szolgáltatók költségvetése általánosan és reálértékben nő, a piaci bevételek részarányában a MÁFI a legjobbak között foglal helyet a maga 60 %-ával.

Ezt követően az ENSZ Föld Éve kezdeményezéséről, majd a USGS új, globális ásványvagyon potenciál becsléséről hangzottak el előadások.

Külön szimpózium foglalkozott a szubsidiaritás elvének érvényesülésével. A házigazdák arról számoltak be, hogy a német tartományi földtani szolgálatok bizonyos hányada a tartományi környezetvédelmi vagy bányászati hatóságokkal integrálódott intézményi szinten, de egyenlő mellérendelt partnerségi viszonyban. Előadásunk a magyar helyzetről és tágabb értelmű véleményünkről az adott kérdésben egyértelmű sikert aratott. Így például az MGSZ felkérést kapott a horvát delegátustól, hogy bővebb előadás tartására a témában számukra. A szlovén igazgató segítséget kért, hogy a magyar jogszabályok átadásával segítsük hasonló jogalkotási törekvéseiket; a EuroGeoSurveys főtitkára pedig a közösségi jogalkotás szakvéleményezésében kérte segítségünket. A vitához fűzött hozzászólásban ismételtén kitértünk azokra a lehetőségekre, amelyek a EuroGeoSurveys előtt állnak a közösségi szintű lobbizás hatékonyabbá tételében.

A délutáni ülésen a talaj monitoring kérdéséről hangzottak el német és norvég előadások, különös tekintettel a jövőben várható irányelv végrehajtására. A becslések szerint kb. 20,000 talaj monitoring álló-

más fedné le az egész Uniót, ezek évi egyszeri mérése 25 millió euró költségű, tehát 1250 euró/állomás.

Az október 7-i szimpózium az EU vízgazdálkodási keretirányelv felszín alatti vizekre vonatkozó rendelkezéseinek végrehajtásáról szólt. A sort egy korea promóciós előadás nyitotta, amely a KIGAM nevű víz gazdálkodási közhasznú társaság tevékenységét mutatta be, felajánlva együttműködési készségüket vízügyi és geotermikus energiahasznosítási témákban. Ezt német és litván előadások követték. Megállapítható, hogy az irányelv végrehajtása mindkét országban előrébb tart mint hazánkban. A BGR igen előrehaladt a földtani környezet és a felszín alatti vizek 3D modellezésével. További tanulság, hogy a kisebb országok kisebb felszín alatti vizeket határolnak el, ami páneurópai szinten egyenlőtlen kép kialakulásához vezethet.

Ezt követően a FOREGS feladatait érintette az ülés. Általános vélemény alakult ki a tekintetben, hogy a szervezet küldetését beteljesítette, sikeres kutatási kooperációk valósultak meg, de a létszám már meghaladja a projektszemléletű együttműködési tevékenység kereteit, és a bizalmas vezetői információk megosztására sem alkalmas. A lehetséges folytatásként sokan a EuroGeoSurveys kibővítését látták, egyfajta külső együttműködői hálózat megalakításával.

Dr. Schönlaub, az ausztriai szolgálat vezetője egy jövő évi érdekes rendezvényről adott ismertetést, amely, a szakma történetében talán először, arra tesz kísérletet, hogy a földtani adatok és földtani szakértői vélemények költség-haszon elemzését adja, illetve ezek társadalmi valorizálását.

A délutáni ülésen a EuroGeoSurveys rendes tagjai vehettek részt, a napirenden egyebek közt a szlovák szolgálat felvétele, az olasz szolgálat tagdíj fizetési hátraléka, valamint a szervezet jövőbeni fejlesztése szerepelt. A résztvevők megválasztották a Végrehajtó Bizottság (Executive Committee) 2005-ben hivatalban levő tagjait. Ezután tájékoztató hangzott el, és határozatok születtek az Európai Közösség szakmai programjaiban való részvételről. Az ülést az EuroGeoSurveys megújított alapító okiratának ünnepélyes aláírása zárta.

A rendezvény része volt a kétnapos terepi látogatás, melynek egyik állomása egy mélyműveléssel működő kálisó bánya meglátogatása volt Zielitzben. A kálisó kedvező világpiaci ára miatt újra indított bányászat a világtérlemelés 13%-át biztosítja, elsősorban mezőgazdasági és vegyipari felhasználásra. A második nap célállomása az 1991-ig működő WISMUT vállalat Zwickau melletti Aue telephely volt. Meglátogattuk a világ egykori harmadik legnagyobb uránérc termelését biztosító bányászat 10,000 km² területre kiterjedő környezet-rehabilitációs munkálatait.

**TUDÓSÍTÁS****"A GEOTERMIKUS ENERGIA
NÖVELT HASZNOSÍTÁSÁNAK
JOGI ÉS KÖZGAZDASÁG
SZABÁLYOZÓI AZ
EURÓPAI UNIÓBAN" CÍMŰ
KONFERENCIÁRÓL***Dr. Hámor Tamás*

2005. április 6-8-án került megrendezésre a fenti konferencia Kisteleken az Európai Bizottság TAIEX irodája és a Magyar Geológiai Szolgálat közös szervezésében, az Aquaplus Kft. anyagi és szakmai támogatásával. A konferencián 14 európai ország 50 szakembere vett részt, képviselve az Európai Parlamentet, az Európai Bizottságot, nemzetközi és hazai geotermikus és földtani szervezeteket, az érintett államigazgatási és kutatói szférát, valamint érdekelt vállalkozásokat. A szakmai rendezvény céljainban és tevékenységében a Magyar Geológiai Szolgálat bányatörvényben foglalt geotermikus energia nyilvántartási feladatának teljesítését segítette, de hasznosnak bizonyult minden megjelent érdekeltek számára. A sikerre jellemző, hogy a nagy nemzetközi szervezetek (IGA, IEA, EGECE, EuroGeoSurveys) jelenlévő képviselői javasolták az eredmények deklaráció formátumú közzétételét és eljuttatását az Európai Unió megfelelő döntéshozóinak. A deklarációt eredeti nyelvén az alábbiakban adjuk közre. A konferencia teljes anyaga letölthető a www.mgsz.hu honlapról.

OUTCOME REPORT**of the TAIEX workshop on**

**Regulatory and Economic Tools Governing
the Enhanced Exploitation of Geothermal
Energy in the European Union**

**"THE KISTELEK DECLARATION"
organised in co-operation with
the Hungarian Geological Survey**

**Kistelek, Hungary****6-8th April 2005**

Background

Geothermal energy is a promising component of the renewable energy mix in the European Union. As set by the Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, the overall EU target is to double the share of renewables to 12 % by year 2010 in the gross energy consumption and in particular to achieve a 22.1% indicative share of electricity produced from renewable energy sources. The directive and its amendment due to the Accession Treaty published reference values for each Member State. Recent Community legislation, such as the Water Framework Directive, the Cogeneration Directive, the draft on heating and cooling, the Buildings Directive and the Thematic Strategy on Natural Resources have a major impact on the exploitation of geothermal energy.

Objectives

The above facts justify why there was a need for

- (1) screening the Community legislation with regard to provisions and their implications on geothermal energy use;
- (2) benchmarking national legislation that promote or limit the sustainable management of this energy source;
- (3) mapping the common conflict fields inhibiting the exploitation of geothermal resources;
- (4) defining legal solutions and good practices, including economic instruments, that may develop to a common platform of understanding on which a new Community strategy might be based in helping Members States to meet their indicative target values;
- (5) setting a general framework of how national inventories of geothermal energy resources shall be structured.

RESULTS

General

50 experts from 14 Member States and Candidate Countries attended the workshop, representing the European Parliament, the European Commission, and a wide spectrum of government agencies, industrial enterprises, research institutes and professional associations, e.g. European Geothermal Energy Council and EuroGeoSurveys. The presentations addressed

- an analytical evaluation of relevant Community legislation and R&D programmes;
 - national figures on exploitation of geothermal energy and national development programmes;
 - national inventory and assessment methodologies of geothermal energy;
 - relevant regulatory authority and legislation framework, including the property rights over geothermal energy, environmental protection, water management and energy provisions;
 - economic instruments, including specific fiscal burdens, waivers and financial support tools.
- The three thematic working groups discussed and concluded on
- regulatory framework and environmental legislation;
 - economic barriers and supportive instruments;
 - assessment and national inventory methodologies.

Conclusions and Recommendations

Geothermal energy is a specific natural resource because:

- i. it is on the border-zone of managing mineral commodities, groundwater reserves and other energy sources by being bound to geological formations and to thermal waters;
- ii. it is a fossil heat of radioactive decay and other geological processes therefore it is a conditionally renewable flow-type resource;
- iii. the property rights over geothermal energy are owned by the State but in some countries landowners can exploit shallow subsurface resources for their own use;
- iv. the utilisation of geothermal energy is still at its infancy stage on the European scale.

The relevant national legislation is spread throughout the mining, energy, environmental, water management and geological acts, sometimes in a contradicting way, and the licensing authority framework for geothermal facilities is rather complex in most countries. ➔ **A Community level communication shall foster Member States to adopt a coherent legislation system and to designate a rational framework of competent authorities in order to ease application for geothermal energy use.**

The definition of geothermal energy is lacking in the *acquis communautaire* and the national practice is diverse - some authorities consider it as a type of energy carried by thermal waters exclusively -, which ham-



pers the distribution of most up-to-date technologies using shallow depth reserves via heat-pumps or deeper closed-circuit heat-exchanger fluids. ⇒ **A broad sense legal definition of geothermal energy is needed in a relevant piece of Community legislation, e.g. the heating-cooling legislation in preparation.**

As in the case of other state-owned territorial commodities, low-resolution, static inventories of geothermal resources are available or being prepared by water research institutes or geological services, that are not capable of meeting the requirements of neither the investing enterprises nor the licensing environment protection and water management authorities. In some countries nor even the data access for the competent agency hosting the geoinformation and/or the inventory is enforced by the law. ⇒ **The development of national dynamic inventories of geothermal energy resources and reserves designed as to being capable of registering annual changes and allowing country-scale modelling is highly recommended. To make such inventories comparable on pan-European level a common basic methodology shall be elaborated, preferably via the assistance of Community level professional associations, e.g. EuroGeoSurveys.**

The environmental impacts of geothermal installations are limited, it is a green energy source. In terms of environmental sustainability, the maintenance of stable, close-to-original temperature and pressure status of an exploited groundwater reservoir is of prime importance as well as the protection against pollution of surface waters by untreated outflow of saline or used thermal waters. However, the national emission limit values, and re-injection provisions show a certain diversity. ⇒ **The new Groundwater Directive and its implementing measures shall provide more detailed prescriptions on surface discharge and re-injection criteria of used geothermal waters. This environmental action, together with the need for harmonised inventories, technology development and raising the public awareness shall optimally be accompanied by a more definite availability of EU funds for the above objectives.**

There is a wide variety of economic instruments in the studied countries which either support or inhibit the enhanced use of geothermal energy in Europe. There are countries where the financial burden of fiscal nature (i.e. mining royalty, sewage penalty, groundwater use fee, environmental tax) are multiple, which breaches general taxation law. The arsenal of supporting instruments is colourful too, including tax exemptions, guaranteed take-over prices, green certificates, direct subsidies, to mention a few. The German example shows clearly how much these supportive tools can contribute to the high growth rate of renewables in a country with moderate natural setting. Moreover, there is a relatively low rate of return of the investment in geothermal energy and the economic risk is higher as compared to other energy sources. This economics does not ensure the security of interested stakeholders and lead to a serious distortion of equal and open competition on the European level. It is foreseen that Community institutions and Member States will face a growing number of related legal disputes at the European Court of Justice in near future. ⇒ **There is an immediate need to highlight the economic discrepancies on the Community level and to urge Member States harmonising financial solutions in reaching their indicative targets, and in improving the energy mix for being less dependent on outside sources. As a general conclusion and recommendation, all participating experts agreed upon that under the realm of the IPPC Directive a best available technology reference document on geothermal energy describing the state-of-art of geothermal energy exploitation, the up-to-date technologies and their environmental aspects, and the economic instruments could serve as strong, quasi-legal document which all stakeholders can refer to in their future activities in direction of the enhanced, sustainable use of geothermal energy.**

Done at Kistelek, 8th April 2005

Tamás Hámor
organiser, head of division
Hungarian Geological Survey

Patrice Christmann
secretary general
EuroGeoSurveys

Franciska H. Kármán
member of the Board of Directors of
International Geothermal Association
(IGA)

Burkhard Sanner
president
European Geothermal Energy Council

Zsolt Becsey
member
European Parliament

Ladislav Rybach
vice chairman
International Energy Agency
Geothermal Implementing Agreement Executive Committee

A GAZDASÁGI MINISZTERIUMBAN

A március 15-ei nemzeti ünnep alkalmából **Kóka János** gazdasági és közlekedési miniszter Magyar Gazdaságért Díjat, Eötvös Loránd-díjat, Baross Gábor-díjat, Klauzál Gábor-díjat, A Közlekedésért Érdeméremet és miniszteri elismeréseket adományozott. A díjakat 2005. március 10-én a miniszter nevében **Szanyi Tibor** politikai államtitkár adta át.

Az **Eötvös Loránd-díj** azoknak adományozható, akik az ipar, a bányászat, az energetika, a szabványosítás és a mérésügy területén kimagasló tevékenységet végeztek. Adható emellett életmű elismeréséért is. A kitüntetettek között volt:

Bánik Jenő, a MECSEK-ÖKO Környezetvédelmi Rt. műszaki igazgatója,

Az uránércbányászatban és az uránbánya rekultivációjában végzett kiemelkedő szakmai munkája elismerésül;

dr. Horn János, a Bánya- és Energiaipari Dolgozók Szakszervezete elnöki főtanácsadója,

A földtani ásványi nyersanyag-kutatásban, a tudományos és közéletben végzett kiemelkedő szakmai tevékenysége, életútja elismerésül;

dr. Mátyás Ernő, a "Gyógyító Ásványok" Geoproduct Kft. ügyvezető igazgatója,

Az ásványi nyersanyagok hazai és nemzetközi kutatásában, a gyógyító és környezetvédelmi hasznosításában elért kiemelkedő, kreatív szakmai tudományos és társadalmi ismeretterjesztő tevékenysége, életútja elismerésül. A kitüntetéshez gratulálunk.

ÉL A KIOTÓI EGYEZMÉNY

Életbe lépett a még 1997-ben kötött kiotói egyezmény, amely a dokumentumot aláíró 130 országot arra kötelezi, hogy az üvegházhatást okozó gázok kibocsátását az 1990-es szinthez képest 2001-ig átlagosan 5%-kal csökkentsék.

A Figyelő című hetilapban (2005. február 24 - március 2., p.: 7.) Öri István a KVM államtitkára úgy nyilatkozott, hogy hazánkban semmilyen tekintetben nem teremt új helyzetet, mivel az EU önmagára nézve már eddig is érvényesnek tekintette a hét éve vállalt kötelezettségeket. Miután hazánk ma is a kiotói kvóta alatt bocsát ki üvegházhatást okozó gázokat, a fennmaradó részt értékesítheti a kialakuló piacon. A kormány arra számít, hogy az összkvóta 2,5 százalékaért jövőre 1 milliárd forintot kaphat. Az együttes végrehajtás is kedvező lehet Magyarországnak, a kvótájuk felett kibocsátó országok ugyanis egy itteni beruházással olcsóbban csökkenthetik az emissziójukat, mintha otthon költenének ugyanerre a célra.

A Magyar Kormány a Víz-Keretirányelvben előírt határidőre benyújtotta az Európai Bizottságnak "a Duna vízgyűjtőterület magyarországi területének jellemzőiről, az emberi tevékenységek környezeti hatásairól és a vízhasználatok gazdasági elemzéséről" szóló jelentést.

A dokumentum a <http://www.euvki.hu/letoltések> honlapon található.

DÍCSÉRET

Kóráy Ágostont az MGSZ Budapesti területi Hivatalának vezetőjét dicsőítő oklevéllel tüntették ki a budapesti Művészetek Palotája létrehozása során nyújtott kiemelkedő szakhatósági tevékenységéért.

Az oklevelet a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma részéről dr. Bozók András miniszter úr, valamint Demján Sándor a Trigánit Fejlesztési Rt. elnöke nyújtotta át.



XXXVI. IFJÚ SZAKEMBEREK ANKÉTJA

Sarlóspuszta, Lovasfogadó

2005. április 1-2.

Magyar Geofizikusok Egyesületének szervezésében április 22-én került megrendezésre az Ifjú Szakemberek Ankétja, Sarlóspusztán. A kétnapos rendezvényen 27 előadás hangzott el és 7 poszter került bemutatásra. A zsűri az elméleti és gyakorlati témakörben adott át díjakat, valamint kiosztásra került a közönségszavazás díja, valamint kiosztásra került a közönségszavazás díja és a szakmai intézmények által adományozott díjak.

DÍJAZOTTAK:

ELMÉLETI

I. díj (25.000 - 25.000 Ft)

Guzmics Tibor (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tsz.): Bizonyítékok ultra nagy nyomáson képződő foszfor-tartalmú karbonát-olvadékok jelenlétére a köpenyben (MFT tag)

Hidas Károly (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tsz.): Olvadási folyamatok vizsgálata kőzettani módszerekkel felső-köpeny peridotitokban a Szibériai kraton területéről (Minusa Régió Vulkáni Terület, D-Oroszország) (MFT tag)

II. díj (20.000.- Ft)

Dombrádi Endre (ELTE Geofizikai Tsz.): Kaotikus folyamatok a folyódinamikában (MGE tag)

III. díj (10.000 - 10.000 Ft)

Kodolányi János (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tsz.): Reakció történet nyomkövetése kapolcsi alsó kéreg eredetű kőzetzárványokon (MFT tag)

Palotai Márton (ELTE Általános és Történeti Földtani Tsz.): Felső-jura korú gravitációs áthalmozott képződmények a Dunántúli-középhegységben – esettanulmányok (MFT tag)

GYAKORLATI

I. díj (25.000.- Ft)

Lemberkovics Viktor (MOL Rt. KTD Kutatás): A szekvensztratigráfia mint előkészítő eszköz: új kutatási eredmények és olajipari perspektívák az "érett" középalföldi terület pannóniai rétegsorában (MGE tag)

II. díj (20.000.- Ft)

Nagy Ágnes Tímea (ELTE Általános és Történeti Földtani Tsz.): A jelenkori üledékképződés egyes sajátosságai ultranagyfelbontású egységtárolás szeizmikus szelvények alapján a Közép-Tiszán (MFT tag)

III. díj (10.000.- Ft)

Vass Péter (ME Geofizikai Tsz.): Többdimenziós földtani-geofizikai adatrendszerek elemzését segítő sajátfejlesztésű térinformatikai alapú szoftver (MGE tag)

POSZTER

I. díj (25.000.- Ft)

Rajnai Gábor – Konc Zoltán (ELTE Kőzettani és Geokémiai Tsz.): Potenciális radonforrások geokémiai vizsgálata egy, a Mórúgyi - rögnön fekvő kistélepusz példáján (MFT tag)

III. díj (10.000 - 10.000 Ft)

Nyilas Tünde (SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tsz.): A szervesanyag humifikációja különböző talajtípusokban (MFT tag)

Tóth Attila (Babes-Bolyai Tudományegyetem Ásványtani Tsz. – ELTE Kőzettani és Geokémiai Tsz.): A Persány-hegységi piroxénit zárványok tektonikai jelentősége kőzettani és geokémiai vizsgálatok alapján (MFT tag)

KÖZÖNSÉGSZAVAZÁS (10.000.- Ft)

Vass Péter (ME Geofizikai Tsz.): Többdimenziós földtani-geofizikai adatrendszerek elemzését segítő sajátfejlesztésű térinformatikai alapú szoftver (MGE tag)

KÜLÖNDÍJAK:

Szilárd József díj: Merényi László (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet): Eötvös-ingával és graviméterrel mért adatok együttes értelmezése

MÁFI különdíj: Palotai Márton (ELTE Általános és Történeti Földtani Tsz.): Felső-jura korú gravitációs áthalmozott képződmények a Dunántúli-középhegységben – esettanulmányok

MOL Rt. különdíj: Süle Bálint (MTA GGKI Szeizmológiai Intézet – ELTE Geofizikai Tsz.): A köpenykonvekció felszálló oszlopainak numerikus modellezése

MGSZ különdíj: Nagy Ágnes Tímea (ELTE Általános és Történeti Földtani Tsz.): A jelenkori üledékképződés egyes sajátosságai ultranagyfelbontású egységtárolás szeizmikus szelvények alapján a Közép-Tiszán

MTA GGKI különdíj: Heilig Balázs (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet): ULF hullámok csillapítása a plazmaszférában

MFT különdíj: Mindhárom kategóriában a legmagasabb helyezést elért geológus fiatal a Magyarhoni Földtani Társulat 2006. évi Tisztújító Közgyűlésén bemutatott nyertes előadását.



Sarlóspuszta
Lovasfogadó





A ZALA-MEDENCE SZÉNHIIDROGÉN KUTATÁSÁNAK FÖLDTANI EREDMÉNYEI

Jósvai József, Németh András, Kovácsvölgyi Sándor, Czeller István és Szurominé Dr. Korecz Andrea

A Zala-medence szénhidrogén-kutatása érett stádiumban van. A terület gazdasági értékének maximális kihasználása céljából tervszerű földtani-, szénhidrogén-földtani modellfejlesztést végeztünk, mely során a korábbi rendelkezésre álló információkat új anyagvizsgálati és szeizmikus adatokkal egészítettük ki. Ezek integrált elemzésével részleteztük és pontosítottuk az egyes részterületek földtani felépítését, szerkezeti fejlődését, szénhidrogén-földtani viszonyait. Jelen tanulmány e sokrétű munka geológiai megfontolásainak főbb elemeit ismerteti.

A SZEKVENCIA-SZTRATIGRÁFIAI ESEMÉNYEK ÉS A TEKTONIKA KAPCSOLATA A DERECSKEI-ÁROK PANNÓNIAI RÉTEGSORÁBAN

Lemberkovics Viktor, Bárány Ágnes, Gajdos István, Vincze Marianna

A Derecskei-árok pannóniai rétegsorának kutatása új fázisba érkezett. A jó minőségű, nagy felbontású adatok és a korszerű geológiai-geofizikai értelmezési szemlélet segítségével pontosítottuk a vizsgálati terület szekvenciasztratigráfiai, tektonikai felépítését és szénhidrogén-földtani viszonyait. Az elvégzett munka eredményeként új, gazdaságosan kitermelhető szénhidrogén-tároló objektumokat azonosítottunk és fúrásokkal bizonyítottunk. Ez a publikáció a kidolgozott kutatási munkafolyamat főbb lépéseit és azok eredményeit mutatja be.

A MOL SZÉNHIIDROGÉN-KUTATÁSI SIKERE PAKISZTÁNBAN

Csikó Izabella, Csontos László, Vakarcz Gábor

A MOL Rt. 1999 elején kötelezte el magát egy olyan szénhidrogén kutatási program mellett, amely egy igen bonyolult geológiai felépítésű, kevésbé megkutatott pakisztáni területen zajlik. E terület Eurázsia és India É-D-i konvergenciájának eredményeként létrejött kompresszív deformáció okozta antiformákat és szinformákat foglal magába. Az antiformok egyikében alapos információ-szerzési programmal, szeizmikus kutatással egy jelentős gáztelep megfúrására, felfedezésére került sor. Jelen tanulmány e felfedezés előzményeit, eredményét illetve szénhidrogén-földtani következtetéseit ismerteti.

EGY GÁZTELEP ÁTLAGOS POROZITÁS ELOSZLÁSÁNAK A BECSLÉSE TÉRKÉPMENTI SZEIZMIKUS ATTRIBÚTUMOK ALAPJÁN

Zahuczki Péter

Térképmenti szeizmikus attribútumok multi-attribútum transzformációjának a segítségével sikerült jó korrelációs kapcsolatot felállítani fúrási és szeizmikus adatok között. A transzformált térkép geostatistikai felhasználásával az adott telep laterális porozitás eloszlásának a változása jól követhető, és felhasználható a telepet érintő jövőbeni döntések előkészítéséhez.



GEOLOGICAL RESULTS OF OIL EXPLORATION IN ZALA BASIN

József Jósai, András Németh, Sándor Kovácsvölgyi, István Czeller and Dr. Andrea Szuromi-Korecz

Exploration for hydrocarbons in Zala basin is in 'mature' phase. For the maximum profit from the economic potential of the area, a planned geological and hydrocarbon geological model development has been arranged in which new seismic and core data and data on material testing have been added to the existing available information. By integrated analysis of such data we could go into details and make geological setup, structural development and hydrocarbon geological conditions more accurate. This study highlights on the main elements of geological considerations in this variegated model development.

RELATION BETWEEN TECTONICS AND SEQUENCE STRATIGRAPHIC EVENTS IN THE PANNONIAN LAYERS OF DERECSKE GRABEN

Viktor Lemberkovics, Ágnes Bárány, István Gajdos, Marianna Vincze

The exploration of Pannonian layers of Derecske graben is in a newer phase. Hydrocarbon geological conditions, tectonic and sequence stratigraphic setup of the studied area have been made more accurate with the help of good quality and high resolution data and up-to-date geological-geophysical way of interpretation. As an outcome new and economically exploitable hydrocarbon plays have been detected and proven by drillings. This publication presents the outcomes and main steps of the elaborated working phases.

OIL EXPLORATION IN PAKISTAN – A MOL SUCCESS

Izabella Csiki, László Csontos, Gábor Vakarcs

In the beginning of 1999 MOL Co. pledged itself to carry out an exploration programme for hydrocarbons in Pakistan on a less explored area with quite a complex geological setup. This area comprises antiforms and synforms induced by the compressive deformation which is the result of the N-S convergence of Eurasia and India. In one of the antiforms a significant gas field was discovered by an information acquisition programme and seismic exploration. This study presents the antecedents, outcomes of the discovery and the conclusions related to hydrocarbon geology of it.

EVALUATION OF AVERAGE POROSITY DISPERSION OF A GAS RESERVOIR USING AREAL SEISMIC ATTRIBUTES

Péter Zahuczki

There was a success in establishing a good correlation between drillhole and seismic data by the multi-attribute transformation of areal seismic attributes. Variation in lateral porosity of a given reservoir can be traced well by geostatistic usage of the transformed map and can be used for the preparation of future decisions concerning the reservoir.

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG TÁJÉKOZTATÓJA A CIKKÍRÓK SZÁMÁRA

A cikkeket a felelős szerkesztőnek vagy a rovatvezetőnek kell megküldeni

FELELŐS SZERKESZTŐ:	Dr. ERDÉLYI GÁBORNÉ	tel: 251-6769
KUTATÁS:	Dr. ERDÉLYI GÁBORNÉ	tel: 251-6769
GEOLOG:	Dr. HÁMOR TAMÁS	tel: 220-6193

Fax: (1) 251-1759 Levelezési cím: 1143 Budapest, Stefánia út 14. Postacím: 1440 Budapest, POB 17.

A cikkekhöz az ábrákat, fényképeket és térképeket A4-nél nem nagyobb méretben scannellhető formában, vagy mágneslemezen kérjük. A cikkeket számítógépes szövegszerkesztő formátumban tudjuk fogadni. A cikkekhöz magyar és lehetőleg angol összefoglalót kérünk. Az irodalom jegyzéket és a hivatkozásokat a szerzők nevének és a közlemény időpontjának feltüntetésével kérjük megadni. Gépelést és az ábrák elkészítését a szerkesztőség nem vállalja. A beérkezett cikkek megjelenéséről és megjelenési sorrendjéről a szerkesztőbizottság dönt a beérkezés időpontjának figyelembevételével. A cikk várható megjelenési idejéről tájékoztatjuk a szerzőt. A cikkek tartalmáért a felelősség a szerzőt terheli. A lapban lehetőség van reklám és hirdetés megjelenítésére, további bővebb felvilágosítás a szerkesztőségünktől kapható.